

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1958

THÈSE

N°
517

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

HUGUET Jacques-Jean-Alphonse

né le 17-9-24 à ROSIÈRES (Somme)

Présentée et soutenue publiquement le 19

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES TEMPS DE RÉACTION
EN AUDIOMÉTRIE VOCALE

Président : M. AUBIN, Professeur.

Imprimerie L. GOMEL - 15, rue du Bouloi - PARIS-1^{er}

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1958

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

HUGUET Jacques-Jean-Alphonse

né le 17-9-24 à ROSIÈRES (Somme)

Présentée et soutenue publiquement le

19



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES TEMPS DE RÉACTION
EN AUDIOMÉTRIE VOCALE

Président : M. AUBIN, Professeur.

Imprimerie L. GOMEL - 15, rue du Bouloi - PARIS-1^e

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Bénard (H.), Brocq (P.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Carnot (P.), Chabrol (Et.), Champy (C.), Chevassu (M.), Debré (R.), Delbet (P.), Donzelot (E.), Gastinel (P.), Guillaïn (G.), Halphen (E.), Harvier (P.), Laroche (G.), Laubry (Ch.), Lemaître (F.), Lévy-Solal (E.), Lhermitte (J.), Lian (C.), Loeper (M.), Marion (G.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Mulon (P.), Olivier (E.), Richet (Ch.), Sannié (Ch.), Sézary (A.), Tanon (L.), Velter (E.).

DOYEN Léon BINET.

Membre de l'Institut

ASSESSEUR. Jean VERNE.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	CORDIER (G.)
Anatomie pathologique	DELARUE (A.)
Bactériologie	FASQUELLE (R.)
Biochimie médicale	JAYLE (M. F.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Clinique de cardiologie	MOUQUIN (M.)
Cliniques chirurgicales	Beaujon SICARD (A.)
	Cochin QUÉNU (J.)
	Hôtel-Dieu MÉNÉGAUX (G.)
	Salpêtrière MOULONGUET (P.)
Clinique chirurgicale réparatrice et orthopédique	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	de GAUDART-D'ALLAINES (F.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédie	FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire	MONOD (R.)
Clinique gynécologique	FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants	CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale	DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang	CHEVALLIER (P.)
Clinique des maladies du système nerveux	ALAJOUANINE (T.)
Cliniques médicales	Bichat JUSTIN-BESANÇON (L.)
	Broussais DE GENNES (L.)
	Cochin MOREAU (R.)
	Hôtel-Dieu BARIÉTY (M.)
Clinique médicale d'hydro-climatologie thérapeutique	DEBRAY (C.)
Clinique médicale propédeutique	PASTEUR VALLERY-RADOT (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition	BOULIN (R.)
Clinique de neuro-chirurgie	PETIT-DUTAILLIS (D.)
Cliniques obstétricales	Baudelocque LACOMME (M.)
	Port-Royal VARANGOT (J.)
Clinique d'obstétrique et de gynécologie	LANTUEJOUL (P.)
Clinique ophtalmologique	RENARD (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique	AUBIN (A.)
Clinique de pneumo-phthisiologie	BERNARD (E.)
Clinique psychiatrique infantile	HEUYER (C.)
Clinique de puériculture	LELONG (M.)
Clinique rhumatologique médicale et sociale	COSTE (F.)
Clinique stomatologique	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale	SÈNÈQUE (J.)
Clinique thérapeutique médicale	LEMAIRE (A.)
Clinique urologique	FEY (B.)
Embryologie	GIROUD (A.)
Génétique médicale	LAMY (M.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	SOULIÉ (P.)
Histologie	VERNE (J.)

Hygiène et clinique de la première enfance	TURPIN (R.)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (C.)
Médecine légale	PIÉDELIEVRE (R.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Parasitologie et histoire naturelle médicale	GALLIARD (H.)
Pathologie chirurgicale	COUVELAIRE (R.)
Pathologie exotique	LAVIER (G.)
Pathologie expérimentale et comparée	LENÈGRE (J.)
Pathologie humorale et immunologie expérimentale (chaire à titre personnel)	MERKLEN (F.)
Pathologie médicale	DECOURT (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	GARCIN (J.)
Pédiatrie sociale	MARIE (J.)
Pharmacologie et matière médicale	HAZARD (R.)
Physico-chimie médicale (Chaire à titre personnel)	DOGNON (A.)
Physiologie	BINET (L.)
Physique médicale	STROHL (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale	PATEL (J.)
Thérapeutique	BROUET (G.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE MAÎTRES DE CONFÉRENCES-AGRÉGÉS ET AGRÉGÉS

MM.		MM.	
Anatomie	DELMAS (A.), pr. s. ch.	Pathologie chirurgicale	DUBOST (C.)
	CABROL (C.)		FAUREL (J.)
	DEBEYRE (J.)		FLABEAU (F.)
	OLIVIER (G.)		GERMAIN (A.)
Anatomie pathologique	GAUTHIER-VILLARS (M ^{lle} P.)	Pathologie expérimentale	GOSSET (J.)
	pr. s. ch.		LAURENCE (G.)
	BUSSER (F.)		LORTAT-JACOB (J.)
Bactériologie	GOUYGOU (Ch.)		MATHEY (J.)
	NÉVOT (A.), pr. s. ch.	Pathologie médicale	OLIVIER (Cl.)
Biochimie médicale	CHRISTOL (D.)		POILLEUX (F.)
	ETTORI (J.), pr. s. ch.		THOMERET (G.)
	DESGREZ (P.)		VERNE (J. M.)
Biologie médicale	POLONOVSKI (J.)	Pédiatrie	LÉPER (J.)
	SCHAPIRA (R.)		MAURICE (P.)
Dermato-Syphiligraphie	BOURLIÈRE (F.)		BOUDIN (G.)
	DUPERRAT (F.)		BOUVIER (J.B.)
Embryologie	TUCHMANN-DUPLESSIS (H.)	Physiologie	BRICAIRE (H.)
	COUJARD (R.)		BRISSAUD (H.)
Histologie	N...		CASTAIGNE (P.)
	N...		CONTE (M.)
Hydrologie	CORNET (A.)	Physique médicale	DEROT (M.)
	BOYER (J.), pr. s. ch.		DOMART (A.)
Hygiène	DEPARIS (M.), pr. s. ch.		LAMOTTE (M.)
	BASTIN (R.)		LAROCHE (C.P.)
Maladies infectieuses	DEROBERT (L.), pr. s. ch.	Pharmacologie	MACREZ (Cl.)
	GAULTIER (M.)		MILLIEZ (P.)
Médecine légale	HADENGUE (A.)		PÉQUIGNOT (H.)
	ALBAHARY (C.)		PERRAULT (M.)
Médecine du travail	DAVID (M.)	Psychiatrie	RAMBERT (P.)
	LHERMITTE (F.)		ROYER (P.)
Neuro-chirurgie	GRASSET (J.)		THIEFFRY (St.)
	LE LORIER (G.)		TURIAF (J.)
	LEPAGE (F.)		WOLFROMM (R.)
	MERGER (R.)	Psychiatrie infantile	N...
Neurologie	MORIN (P.)		JOSEPH (R.)
	RAVINA (J.)		MOZZICONACCI (P.)
	ROBEY (M.)		POLONOVSKY (Cl.)
Ophtalmologie	BRÉGEAT (P.)	Rhumatologie	CHEYMOL (J.), pr. s. ch.
	DESVIGNES (P.)		LEVY (Mlle J.), pr. s. ch.
Orthopédie	JUDET (R.)		BARJETON (D.), pr. s. ch.
	AUBRY (M.)		PARROT (J.), pr. s. ch.
Oto-rhino-laryngologie	MADURO (R.)	Stomatologie	DEJOURS (P.)
	BRUMPT (L.C.)		DJOURNO (A.), pr. s. ch.
Parasitologie	CHABAUD (A.)		GOUGEROT (L.)
	ABOULKER (P.)	Thérapeutique	KREIS (B.)
Pathologie chirurgicale	BARCAT (J.)		PICHOT (P.)
	BAUMANN (J.)		MICHAUX (L.)
	CAUCHOIX (J.)		DELBARRE (F.)
		Urologie	CERNÉA (P.)
			CHAPUT (Mme A.)
			CHASSAGNE (P.)
			KUSS (R.)

**III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS
CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE
à titre permanent.**

	MM.		MM.
Clinique chirurgicale . . .	{ AMELINE (A.)	Clinique neurologique. . .	DE SÈZE (S.)
	{ HUGUIER (J.)	Clinique obstétricale . . .	MAYER (M.)
	{ LÉGER (L.)	Clinique ophtalmologique .	OFFRET (G.)
	{ PADOVANI (P.)	Clinique pédiatrique. . . .	LAPLANE (R.)
Clinique médicale.	{ ROUX (M.)	Clinique psychiatrique. . .	BARUK (H.)
	{ DREYFUS (Gilbert)		
	{ HAGUENAU (J.), pr. s. ch.		
	{ KOURILSKY (R.)		
	{ MARCHAL (G.)		

Secrétaire général de la Faculté.	M. MOREL (J.)
Secrétaire	Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur, chargé de la direction.	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateur.	Mlle GOICHON (A.)
Bibliothécaires	{ Mlles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.), LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552215_0058

A mes Parents,

*dont l'affection, les sacrifices et les conseils m'ont toujours soutenu.
Qu'ils voient ici le témoignage de mon infinie reconnaissance et de ma
profonde tendresse.*

A ma Femme,

A mon Fils,

A ma Sœur,

Meis et Amicis

A Monsieur le Professeur André AUBIN,

- *Professeur de Clinique oto-rhino-laryngologique à la Faculté de Médecine de Paris,*
- *Oto-rhino-laryngologiste de l'Hôpital Lariboisière,*
- *Officier de la Légion d'Honneur,*

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence
de cette thèse.

Au Docteur Marcel OMBREDANNE,

— *laryngologiste de l'Hôpital des Enfants Malades,*

Qui nous a toujours accueilli dans ses différents services avec la plus grande bienveillance,

En témoignage de notre respectueux attachement.

Au Docteur Emile PONCET,

— *laryngologiste des Hôpitaux,*

En témoignage de notre respectueux attachement pour la compréhension dont il nous a toujours honoré.

Au Docteur André PEROZ,

— *Chef du Service O.R.L. de l'Hôpital de Montfermeil,*

*Qui nous a chaleureusement ouvert son Service pour nous y façonner
et nous guider, à qui nous devons tant,*

*En témoignage de notre respectueux attachement et de notre in-
altérable gratitude.*

Au Docteur Roland CLIN,

— *Chef de Service Adjoint O.R.L. à l'Hôpital de Montfermeil,*

Qui nous a toujours efficacement aidé et dirigé,

En témoignage d'attachement et de reconnaissance.

Au Docteur Gaston-Claude SIMON,

— *Chirurgien-Chef de l'Hôpital de Montfermeil,*

*Qui nous a accueilli dans son Service pour notre formation chirur-
gicale,*

En témoignage de respectueuse gratitude.

A Monsieur J.-E. FOURNIER,

*Qui nous a inspiré le sujet de cette thèse, nous a largement épaulé
et fait profiter des possibilités techniques de la Compagnie Française
d'Audiologie,*

En témoignage de notre attachement et de notre reconnaissance.

A Monsieur Maurice RAINVILLE,

*Qui nous a aidé dans nos travaux, en témoignage de notre reconnais-
sance.*

A Monsieur Paul LAUQUET,

En témoignage de notre amitié et de notre reconnaissance.

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES TEMPS DE RÉACTION
EN AUDIOMÉTRIE VOCALE**

1^{er} - Chapitre

Rappels sur l'audiométrie vocale

L'audiométrie vocale est née au lendemain de la dernière guerre mondiale. Il existait au Etats-Unis un nombre important d'anciens combattants présentant des troubles de l'audition. Les Services de Santé de l'Armée et de la Marine, aidés par les chercheurs de l'Université de Harvard (S.S. STEVENS, R.H. NICHOLS Junior), et du Central Institute for the Deaf de Saint-Louis (SR. SILVERMAN, HALLOWELL DAVIS), s'efforcèrent de faire progresser la réhabilitation de ces malades : ainsi furent conçus et réalisés les premières installations d'audiométrie vocale. Complètement ces travaux : BOCCA, PELLIGRINI en Italie, TATO en Argentine, AZOY en Espagne, FOURNIER et FALCONNET en France.

L'audiométrie vocale est le « complément indispensable » de l'audiométrie tonale. Cette dernière ne corrobore pas toujours les déclarations du sujet examiné, car dans la vie courante, le sourd n'a pas affaire à des sons purs, mais à des ensembles de mots. Les buts de l'audiométrie vocale sont donc d'abord l'intérêt diagnostique, en s'aidant de l'acoumétrie classique et de l'audiométrie tonale, ensuite l'intérêt social, en précisant le comportement du sourd vis à vis de son entourage en étayant l'expertise, en permettant de déceler les simulateurs et enfin en jugeant le gain obtenu par l'emploi de prothèses électro-acoustiques.

Rappelons en quoi consiste l'audiométrie vocale : notre résumé s'inspire largement de l'ouvrage de J.-E. FOURNIER, consacré à ce genre d'examen.

A — INSTALLATION.

L'audiomètre courant muni d'un microphone et d'un volume-mètre, s'il peut être utilisé pour mesurer le degré d'intelligibilité d'une surdité bilatérale, ne convient pas pour une surdité unilatérale, et ne permet pas les épreuves « en champ libre ». En effet, l'audiométrie vocale ne peut être pratiquée efficacement que dans deux cabines insonores juxtaposées.

Celles-ci doivent être construites en matériaux à faible coefficient de transmission, et isolées du sol et des murs ; l'opérateur se tient dans l'une, le sujet dans l'autre. Une vitre dans la cloison mitoyenne permet de se voir d'une cabine à l'autre, ce qui autorise entre autre la lecture labiale. La cabine du sujet examiné doit être la mieux insonorisée des deux. Il faut que la cabine de l'opérateur par contre ait un bon assourdissement intérieur grâce à des parois peu réfléchissantes.

L'opérateur parlant devant un microphone et contrôlant l'intensité de sa voix sur un VUmètre, fait entendre au sujet, soit par des écouteurs (examen au casque), soit par des haut-parleurs (examen en champ libre) des sons vocaux à des intensités variables. Le sujet répète ce qu'il a entendu devant un microphone.

Ce circuit de retour (talk-back) permet à l'opérateur muni de deux écouteurs, de recevoir, apprécier, compter les réponses correctes : on obtient pour chaque intensité un certain pourcentage de mots bien perçus, ce qui permet d'établir une courbe d'intelligibilité.

Pour l'émission, 3 procédés peuvent être utilisés,

- La voix, contrôlée au VUmètre,
- Le disque,
- La bande enregistrée sur magnétophone.

On peut modifier l'intensité des sons grâce à des potentiomètres. Un mélangeur permet de faire intervenir si besoin est un bruit blanc (white noise) ou des sons purs.

L'examen le plus couramment pratiqué est l'audiométrie binauriculaire en champ libre.

Dans les cas de déséquilibre important entre les deux oreilles, l'épreuve monoauriculaire au casque avec ou sans assourdissement est préféré.

L'installation comporte également la possibilité de faire une épreuve de balance binauriculaire.

Sur un tableau lumineux placé devant le sujet à examiner, s'éclaire la phrase signifiant un ordre de l'opérateur. Au retour des réponses après réception par la personne testée, l'examineur fait un pointage sur un boulier ou un clavier.

B — MATERIEL PHONETIQUE.

Il est nécessaire de s'étendre sur ce paragraphe. Le matériel phonétique étant précisément l'instrument de travail indispensable à l'établissement de cette thèse.

En audiométrie vocale, le stimulus sonore n'est plus comme en audiométrie tonale, un son pur, mais un son vocal né des organes phonatoires. Le problème est à la fois quantitatif et qualitatif.

La tonale concerne la « détectabilité », la vocale, si elle tend aussi à la recherche du seuil d'audibilité, concerne surtout la mesure de l'intelligibilité, c'est-à-dire de la compréhension prouvée par une répétition exacte des sons du langage soumis au sujet examiné.

Le langage articulé d'après J.-E. FOURNIER, est un flux de fréquences de hauteur, intensité et timbre variables (voyelles), entrecoupées de bruits (consonnes).

Les sons de voyelles, non purs, comprennent une fréquence fondamentale d'origine laryngée, les harmoniques de cette fréquence de nombre et d'intensité variable, et d'autres harmoniques (formants), nées dans les cavités pharyngiennes, nasales et buccales. « chaque élément du langage susceptible d'être différencié par l'oreille humaine est un phonème. ».

La syllabe est une combinaison de consonnes (1 à 4) en position variable par rapport à une voyelle : 200.000 syllabes environ peuvent être formées avec les phonèmes de la langue française. Les mots sont formés d'une ou plusieurs syllabes. Nous verrons plus loin dans quelle proportion.

L'identification du mot dépend de ce qui est perçu par audition pure et ensuite de l'intervention psychique qui utilise les éléments entendus.

C'est la suppléance mentale qui permet de reconnaître un mot sans en avoir perçu toutes les composantes phonétiques.

La suppléance mentale est fonction de l'étendue du vocabulaire, et de la longueur du mot. Plus il y a de syllabes, plus l'identification est facile. La suppléance mentale intervient d'autant plus que l'audition est défaillante.

Les éléments vocaux constituant les listes doivent remplir certaines conditions :

- 1 - Etre composés de phonèmes empruntés à la langue du sujet testé. (Ceci s'applique aux logatomes).
- 2 - Etre d'égale composition phonétique c'est à dire comprendre le même nombre de syllabes et de phonèmes.
- 3 - Ne prêter à aucune équivoque.
- 4 - Etre de prononciation fixe.
- 5 - Faire partie du vocabulaire courant.
- 6 - Ne pas avoir d'accent tonique accentué sur une syllabe (la langue anglaise présente à ce sujet de grosses difficultés : les Américains n'ont pu constituer que de maigres listes de bisyllabiques contrairement aux Français).

Les listes doivent également remplir certaines conditions :

- 1 - dans chaque liste, tous les phonèmes dont se compose le langage parlé doivent être représentés.
- 2 - dans chaque liste, les différents phonèmes doivent se trouver dans la même proportion que le langage parlé.
- 3 - chaque liste doit comprendre une même proportion de mots « faciles » (mot plus fréquemment perçu que les autres sur lequel le sujet examiné semble moins « accrocher » ce qui paraît bien délicat à juger).

En fait, ces conditions sont difficilement applicables à la lettre et on devra se contenter pour l'élaboration des listes de compromis.

Les listes utilisées comprennent :

- 1 - Les logatomes (éléments constitués par des monosyllabes sans signification, exemple : BAKE - JEBLE - DAVE - JINSE - GNETE). Ces listes sont peu utilisées en audiométrie vocale.
- 2 - Les mots monosyllabiques
H. FLETCHER, vers 1930 constitua les premières listes de monosyllabiques de langue anglaise. Actuellement, les Américains se servent de celles conçues par le Psychoacoustic Laboratory de Harvard (Phonetically Balanced Word Lists). Pour la langue Française J.-E. FOURNIER, s'appuyant sur des travaux de CHAVASSE, a constitué 4 listes de 50 mots phonétiquement équilibrés.
- 3 - Les mots dissyllabiques.

Le Psycho Acoustic Laboratory de Harvard a élaboré 2 listes de 42 mots spondaïques (sans accent tonique) pour les dissyllabiques anglais. P. FALCONNET et J.-E. FOURNIER ont publié des listes de

dissyllabiques français. Pour ce travail intéressant l'audiométrie vocale, nous avons utilisé les 40 listes de 10 substantifs masculins établis par J.-E. FOURNIER.

Pour certains examens d'enfants, nous nous sommes servis de listes adaptées, par exemple : Un soulier - Des radis - Du raisin - Un agent - Une assiette - La cocotte - Une orange - La bassine - La cuiller - La banane. (S. BOREL - MAISONNY).

4 - Les phrases.

Il existe deux sortes de phrases : les unes doivent être suivies d'une répétition, les autres interrogatives, d'une réponse. Les phrases courtes avec 2 mots-clés et un verbe sont préférables. De toutes façons, les phrases, comme la lecture d'un texte continu, inconnu du sujet, sont rarement employées.

C — FACTEUR INFLUENÇANT LE TAUX D'INTELLIGIBILITÉ.

Nombreuses sont les causes d'erreur qui se glissent dans le déroulement d'un examen d'audiométrie vocale. Déjà, le fait d'objectiver une sensation auditive allant d'organes périphériques aux systèmes centraux par une réponse phonatoire (les voies et relais étant plus ou moins bien connus) n'est pas un gage de précision. De plus, les variations dans le matériel phonétique émis par l'homme et les défaillances du matériel radio-électrique se surajoutent. Le but de l'audiométrie vocale étant de donner le reflet du comportement du sourd dans la vie quotidienne, il faut avoir à l'esprit ce qui peut fausser cet examen, dont l'intérêt reste néanmoins considérable.

Quels sont les facteurs influençant l'intelligibilité et comment y remédier si cela est possible ?

1 - Les causes humaines.

a - Le Speaker.

En général, il s'agit d'un homme. On reproche aux femmes leur voix trop aigue. L'opérateur doit prononcer clairement, en articulant bien, d'une voix monocorde, sans accent tonique, sans accent régional. Le débit influence d'une manière indéniable le taux d'intelligibilité. Par exemple, un sujet âgé entend plus de mots à proximité du seuil si la cadence est ralentie.

Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur ce point.

Certains préfèrent à la voix nue l'enregistrement sur disque ou sur bande de magnétophone qui présente l'avantage de la similitude aux épreuves successives. Nous avons préféré pour nos mesures un opérateur entraîné, contrôlant sa voix au VUmètre, dont l'action est plus souple et plus adaptable que celle d'un enregistrement immuable.

b - Le sujet examiné.

Il est bien évident qu'il doit être consentant, instruit sur ce qui va se passer et dans de bonnes dispositions psychologiques. Il faudra tenir compte de son âge. Chez l'enfant, les listes spéciales pourront être utilisées ou encore le procédé dit des « tests d'images », innové par WESTLAKE aux U. S. A., par KANTZER en France. Certes, le niveau d'éducation, le milieu social, l'intelligence, la mémoire, vont intervenir quant à l'étendue du vocabulaire, la compréhension de l'épreuve.

La difficulté est grande quand il s'agit de faire un examen avec un étranger, travaillant ou résidant en France (ce qui est fréquent) dans un langage qu'il possède mal. On est amené à ne pas considérer les réponses faites aux premières listes, car le sujet est alors en période d'apprentissage (learning). Il s'adapte et s'améliore petit à petit au début de l'examen. Par contre la fatigue interviendra plutôt en fin d'examen, mais d'une façon variable selon les individus : les malades atteints de surdité d'oreille interne se fatigueraient plus vite.

Certains précisent que la fatigabilité serait en rapport avec le recrutement. Enfants et vieillards sont plus sensibles à la fatigue. Il faut donc ne pas prolonger abusivement les sondages. A propos de « fatigue » J.-E. FOURNIER écrit : « il ne faut pas prendre la durée du temps de réaction pour un indice de fatigue : chez un sujet normal, le temps de latence varie à peu près en raison inverse de l'intelligibilité ; aux intensités correspondant à la voix normale il est court ; vers le seuil, il est très sensiblement prolongé. L'âge influe aussi sur la durée du temps de réaction et les réponses des grands vieillards sont particulièrement lentes ».

L'attention subit aussi des fluctuations. Près du seuil, les mots sont parfois entendus par séries, comme si l'attention était stimulée, alors qu'elle serait émoussée par une non-réponse. Pour J.-E. FOURNIER, il s' semble s'agir d'un phénomène de fluctuation de l'attention bien connu par les psychologues et qui existerait dans la psychophysiologie de la vision. Pour d'autres, l'explication serait fournie par les théories sur la fatigue auditive de HOOD, CAUSSE, CHAVASSE.

2 - Les causes matérielles.

Le circuit électro-acoustique doit entraîner un bruit de fond et une distortion minimum. Nous avons déjà vu l'importance de l'insonorisation dont la carence pourrait modifier les résultats. Enfin quant au matériel phonétique, en principe les monosyllabiques devraient être employés pour la mesure de la discrimination (pourcentage de phonèmes correctement perçus à 20 ou 30 db au-dessus du seuil) et les bisyllabiques pour la mesure de la sensibilité (seuil d'intelligibilité - écart en décibels entre la courbe du sujet testé et la courbe du sujet normal sur la ligne des 50%). C'est ce que font les audiologistes anglo-américains, qui déterminent 2 points de la courbe avec des matériels phonétiques différents. Pour la langue française la courbe est dessinée par « coups de sonde » aux différentes intensités, au moyen de listes de bisyllabiques.

D — L'ÉPREUVE D'INTELLIGIBILITÉ VOCALE ET COURBES.

Il importe de prévenir le sujet à examiner de ce qui l'attend, de le prémunir contre le fait qu'il va percevoir un nombre décroissant de mots au fur et à mesure que l'intensité baissera. Pour ne pas le surprendre, la liste de mots sera précédée d'une phrase annonciatrice, et le mot d'un article. A chaque intensité l'opérateur prononce 10 substantifs. Le pourcentage de mots correctement répétés est noté. Les résultats de l'épreuve sont transcrits sur un graphique comportant en abscisses les intensités en décibels et en ordonnées les pourcentages d'intelligibilité. Pour les disyllabiques, la courbe d'un sujet normal a la forme d'un S allongé situé entre 0 et 20 db, croisant la ligne des 50% à 10 db. En général 10 à 12 sondages suffisent à tracer une courbe d'audiométrie vocale. Les listes de monosyllabiques donnent des courbes plus couchées, la suppléance mentale intervenant moins.

Les auditions physiologiquement altérées présentent des courbes qui s'éloignent du S normal. Plus la pente de la courbe augmente, pour passer par un stade de plateau et même ensuite s'incurver (courbe en cloche) plus l'audition est mauvaise. Il est toutefois possible de voir des courbes plus redressées que la normale. Ce dessin correspond à une courbe tonale aérienne avec perte sur les graves. En ce qui concerne l'intelligibilité, ce sont les phonèmes aigus qui interviennent le plus. Ces cas se présentent par exemple en cas d'ankylose de l'étrier. Il est généralement reconnu que les courbes en cloche sont le reflet d'un recrutement.

Pour J.-E. FOURNIER, la courbe d'intelligibilité est caractérisée par 4 éléments essentiels :

A - Le seuil d'intelligibilité.

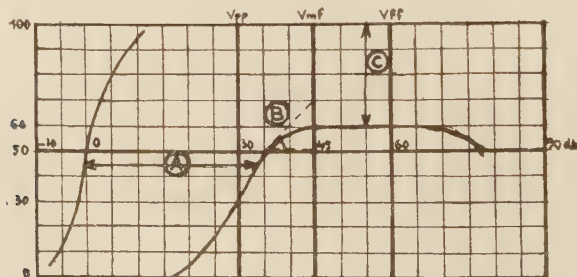
distance mesurée en db sur l'ordonnée 50% entre courbe normale et courbe pathologique : sur la figure 35 db de la courbe au point d'intersection.

B - La pente,

c'est l'angle formé par la tangente à la courbe et l'ordonnée 50%.

C - Le maximum d'intelligibilité,

est défini sur l'ordonnée par le point culminant d'une courbe en cloche ou par la hauteur d'un plateau. Sur la figure : 60%. En fait on note le pourcentage de perte d'intelligibilité : ici 40% (perte de discrimination).



Graphique d'épreuve vocale.

D - Le seuil de distorsion,

niveau d'intensité vocale correspondant au début de la décroissance de l'intelligibilité. En cas de courbe en cloche, le seuil correspond à l'intensité donnant le point maximum.

Pratiquement, 2 chiffres sont retenus pour définir une courbe :

- La mesure de la sensibilité - par le chiffre du seuil d'intelligibilité (ou indice vocal).

- La perte de la discrimination (écart entre le maximum d'intelligibilité et l'ordonnée 100%).

Pour illustrer par un seul chiffre le désavantage social du sourd, H. DAVIS et ses collaborateurs ont élaboré une formule nommée Social Adequacy Index for Hearing.

En France, on utilise l'I. C. A., (indice de capacité auditive). On relève la moyenne des intersections de la courbe obtenue avec les 3 perpendiculaires Vpp (voix faible), Vmf (voix moyenne), Vff (voix forte).

Donc pour la figure précédente :

$$ICA = \frac{30 + 60 + 60}{3} = \frac{150}{3} = 50\%$$

L'ICA se calcule avec la courbe d'intelligibilité établie au moyen des listes de substantifs bisyllabiques. Vpp, Vmf, Vff sont fixés à 30, 45, 60 db au-dessus du seuil du S normal.

2^e - Chapitre

Le temps de réaction

Comme nous l'avons vu, l'audiométrie vocale présente des lacunes : elle n'embrasse pas tous les éléments de l'audition. Il n'y est pas tenu compte du facteur temps dans la vitesse des réponses du sujet testé. Ceux qui ont une pratique courante des examens de « vocale » ont remarqué à l'oreille que les sujets examinés réagissaient plus ou moins vite. Certains vieillards par exemple ont besoin d'un laps de temps anormalement long pour répéter avec exactitude le mot émis. Dans une conversation, ce phénomène fait que les mots se chevauchent, « se bousculent ». L'audition est confuse, il existe comme un « brouillage ». Un ralentissement du débit améliore la compréhension.

En 1954, J.-E. FOURNIER écrit : « Lorsque l'auditeur présente des troubles de latence, il ne peut suivre la parole émise à la cadence normale, laquelle devient pour lui rapidement inintelligible. Tel serait, selon nous, le facteur fondamental des surdités de sénescence. La perte, le plus souvent peu accentuée et non accompagnée de recrutement sur les fréquences aiguës que l'on constate sur l'audiogramme tonal, ne saurait être invoquée pour expliquer les troubles de l'intelligibilité manifestés par les sujets atteints de sénescence auditive, troubles qui échappent d'ailleurs le plus souvent à l'investigation vocale lorsque la cadence de présentation des mots est, comme il est habituel en pareil cas, ralentie.

De toute évidence, les difficultés dont se plaignent les sujets sont dues pour la plus grande part à l'augmentation toujours importante et parfois considérable du temps de réaction auditif ».

En 1957, BOCCA, CALEARO et CASSINARI publient à ce même propos : « la présence d'une majeure difficulté à la perception de la parole présentée en succession rapide, est signalée chez les vieillards par SALTZMAN et ERSNER (1949) et par BORDELEY et HASKINS (1955) et attribuée à la « slow-cerebration » FOURNIER aussi souligne l'importance du facteur temps dans la discrimination et pense qu'une augmentation du temps d'identification corticale peut expliquer certains des troubles auditifs dans la sénescence ».

Les auteurs italiens concluent à propos des vieillards « il nous semble justifié d'en déduire que le défaut d'intelligibilité pour la voix accélérée dénote bien un trouble cortical avec signification de localisation de l'un ou l'autre hémisphère mais paraît aussi dépendre en grande partie d'un allongement des temps de synapses le long de toute la voie auditive centrale ».

Ainsi le temps de réaction auditif soulève des problèmes et en particulier en ce qui concerne la sénescence auriculaire. Jusqu'alors, l'étude du temps de réaction était du domaine des physiologistes, des psychologues, et plus récemment des gérontologues. En 1954, R. CHOCHOLLE concluait ainsi un article sur l'utilisation possible des temps de réaction « Ainsi les temps de réaction doivent pouvoir trouver certaines applications en audiologie clinique ». Quant à leur place dans l'audiométrie vocale, nous entrons cette fois dans un domaine tout à fait inconnu. Il s'agit d'une exploration sur un terrain hérissé de difficultés de tous ordres. La variabilité d'un sujet à l'autre tient pratiquement une place considérable.

Il faudra tenir compte au cours de ces recherches de différents facteurs dont dépendent les temps de réaction :

1 - FACTEURS D'ORDRE PHYSIOLOGIQUE

a - Mesurables.

- L'âge : nous nous efforcerons de savoir à quel point l'âge interfère sur le temps de réaction.
- Le caractère de la surdité : nous chercherons également à savoir si le temps de réaction varie avec le type de surdité.

b - Difficilement mesurables.

- L'état général du sujet.
- L'état constitutionnel.
- La fatigabilité en cours d'examen.

En fait, les facteurs mesurables connus de nous, feront office d'éléments de recherche, alors que les facteurs non chiffrés, plus ou moins tangibles, nous gêneront dans nos mesures.

2 - FACTEURS D'ORDRE PSYCHOLOGIQUE.

- La disposition d'esprit.
- L'attention.
- L'apprentissage : logiquement, le temps de réaction devrait s'améliorer au fur et à mesure de l'examen.
- L'intelligence : nous retombons dans le domaine de la psychologie. L'utilisation de tests nous éclairerait peut-être sur le rôle qu'elle joue, si elle en joue un.
- L'éducation.

3 - FACTEURS D'ORDRE MATERIEL.

C'est surtout des conditions de l'expérience qu'il s'agit :

- Le débit du speaker : nous avons utilisé pour nos mesures un seul opérateur très entraîné.
- Les causes d'erreur dans la mesure des temps de réaction, dans le dépouillement des bandes de magnétophone.
- Le nombre insuffisant de nos mesures : des examens exigeraient beaucoup de temps. Plus il y aurait de mesures, plus la statistique aurait de valeur.

Donc notre étude n'est pas, est loin d'être exhaustive. Il s'agit d'une modeste « contribution » à l'étude des temps de réaction en audiologie. Nous avons voulu jeter seulement quelques coups de sonde dans la question pour nous rendre compte des possibilités qu'elle offre.

Et nous avons été heureux de trouver quelques points intéressants, d'apporter quelques résultats qui, pour être partiels, n'en permettent pas moins de supposer qu'une étude plus approfondie serait hautement enrichissante.

A - Définition du temps de réaction.

C'est le temps écoulé entre la production d'un stimulus s'adressant à un appareil sensoriel et la réponse musculaire. La durée du cheminement d'un influx empruntant le circuit, organe de perception, voies sensitives afférentes, cortex, voies motrices efférentes, muscle, varie d'un sujet à l'autre, illustrant ainsi sa plus ou moins grande promptitude à exécuter. Nous ferons, quant au temps de réaction, de fréquents emprunts à R. S. WOODWORTH (Columbia University), qui, en guise de définition, propose cette expérience type :

Un sujet se trouve devant un interrupteur ; à un premier signal, il se prépare en appuyant sur le bouton. Au second stimulus (visuel ou auditif) il relève le doigt ; un appareil mesure le temps écoulé entre l'apparition du stimulus et le moment où le sujet lache la pression sur l'interrupteur. Le « temps de réaction » a une valeur approximative de 100 à 200 ms ($1 \text{ ms} = 1 \text{ milliseconde} = 1/1000 \text{ sec} = 1 \sigma$). Ceci est le schéma d'une réaction simple avec stimulus et réponse unique. Elle peut être compliquée en introduisant un choix « c'est une affaire de « ou bien ou » (WOODWORTH). Les temps de réaction de choix sont plus longs que les temps de réaction simples.

B - Historique.

Le temps de réaction a été utilisé comme moyen de mesure de la vitesse de l'influx nerveux. C'est HELMHOLTZ qui en eut l'idée en 1850. Il stimulait un nerf de grenouille à des points inégalement éloignés du muscle : la différence des 2 temps de latence lui donnait la vitesse de l'influx (28 m/sec.). Pour l'homme il trouva approximativement 60 m/sec. (actuellement on admet, pour le nerf auditif 30 m/sec.).

Les astronomes jouèrent un rôle dans l'étude des temps de réaction : ils introduisirent la méthode chronographique. Les battements d'un pendule sont enregistrés sur un cylindre ; au passage d'une étoile au méridien, l'observateur appuie sur un interrupteur pour signaler le croisement. MITCHEL (1858) construit un appareil qui lui permet d'obtenir des temps de réaction allant de 137 à 223 ms. Vers 1861 HIPPOCRATE invente son fameux chronoscope qui servira longtemps à la mesure des temps de réaction. Avec lui, un Suisse, HIRSCH, évalue ce qu'il appelle des « temps physiologique » pour la vue, l'ouïe et le toucher.

Temps de réaction pour stimulus visuel : 200 ms.

Temps de réaction pour stimulus auditif : 150 ms.

Temps de réaction à un choc électrique sur la main : 140 ms.

En 1868, DONDERS, physiologiste hollandais, étend l'expérimentation du temps de réaction aux processus mentaux et centraux. Il complique une réaction simple par des actes additionnels. Il pense que l'allongement du temps de réaction correspond à la durée des actes surajoutés, de choix ou de discrimination.

Reprenant plus ou moins ces méthodes, WUNDT crée le mot « psychophysiologie » à LEIPZIG où la durée des processus mentaux est étudiée par de nombreux chercheurs.

Un physiologiste viennois EXNER (1874) pense que le seul acte volontaire est la préparation. La réaction n'est qu'un réflexe. Par contre, LUDWIG LANGE (1888) croit que la réaction simple est sensorielle ou musculaire selon que l'attention est tendue vers l'attente du stimulus ou du mouvement à accomplir. Ainsi, le temps de réaction sensoriel serait moins rapide, mais il est très variable : WIRTH (1907 - 1927) pour contrôler les temps de réaction de certains sujets, trop prompts qui réagissent parfois avec le stimulus, introduit les tests-attrape. Enfin, ACH et WATT (en 1905) discréditent la méthode de DONDERS.

C - Appareillage.

La méthode chronographique enregistre le début du stimulus et le début de la réponse sur une surface mobile, cylindre ou film. En cas d'incertitude sur la constance de la vitesse, le temps peut être objectivé par les vibrations d'un diapason.

Dans la méthode « scopique », les deux « moments » sont enregistrés automatiquement sur un cadran par une aiguille qui se déplace à une vitesse donnée et uniforme. Les dispositifs photoélectriques ou mieux électroniques donnent plus d'exactitude.

HELMHOLTZ employa un galvanomètre comme chronoscope. Un condensateur pourrait être utilisé de la même façon. Le chronoscope de HIPP, qui indique le $1/1000^e$ de seconde est le plus précis. Il comprend un moteur électrique à vitesse constante et un embrayage par électro-aimants. Le chronoscope de d'ARSONVAL, moins fragile, ne donne que le $1/100^e$ de seconde. Un dispositif doit déclencher le stimulus et le chronoscope simultanément, une clé de réponse doit arrêter le moteur (clé de Morse à course restreinte par exemple). Les relais électroniques représentent la solution idéale.

D - Facteurs influençant les temps de réaction simples.

1° *Le temps de préparation.*

Plus un sujet sera préparé, plus la réaction sera rapide. Pour abaisser au maximum le temps de réaction, il faudra à certains une seconde de préparation, à d'autres 3 secondes. L'effet bénéfique peut durer 10 secondes, parfois 4 secondes (BREITWEISER).

Il semble que l'intervalle de 2 secondes soit le délai le plus favorable pour obtenir des temps de réaction minimum (WOODWORTH, TELFORD, WOODROW)

Au cours de séries d'essai, les temps de réaction seront plus bas si les périodes de préparation sont constantes.

2) *L'intensité du stimulus.*

Il semble à première vue que le temps de réaction augmente quand l'intensité diminue. En relation avec la loi de WEBER FECHNER, cette affirmation signifierait que le temps de réaction décroît par degrés égaux au fur et à mesure

que l'intensité augmente par rapports égaux. Pour PIERON, le temps de réaction est abrégé pour les intensités moyennes.

3) *La durée du stimulus.*

Des expériences (FROEBERG 1907) ont montré qu'une augmentation de durée d'un stimulus visuel entraînait une légère diminution du T. de R.

4) *La sommation.*

Le temps de réaction est plus long pour un stimulus s'adressant à une oreille (147 ms.) qu'aux deux (133 ms. : BLISS).

5) *L'organe récepteur.*

Ces valeurs sont généralement admises :

Temps de réaction simple à la lumière : 180 ms.

Temps de réaction simple au son : 140 ms.

Signalons que les réactions aux stimulations douloureuses sont passablement allongées Il serait intéressant de connaître les temps de réaction auditifs aux intensités correspondant au seuil de la douleur.

6) *Stimulants psychologiques*

JOHANSON (1922) effectue 3.600 réactions simples à des stimulus auditifs sur 3 sujets :

a) Une série normale,

b) Une série avec punition (le sujet reçoit un choc électrique dans les doigts quand la réaction est trop longue).

c) Une série avec encouragement (le sujet est informé de sa performance précédente).

Les temps de réaction ont approximativement pour valeur :

Temps de réaction avec punition : 118

Temps de réaction avec encouragement : 135

Temps de réaction avec stimulant : 144.

On conçoit l'influence centrale ; le raccourcissement du temps de réaction est facilité avec l'aiguillon de récompenses ou de craintes toutes psychologiques.

7) *Les facteurs moteurs*

La réaction vocale est plus longue que la réaction au doigt. WELLS (1924). La main est de 16 à 60 ms. plus rapide que le pied et à égalité avec les lèvres (REYMERT).

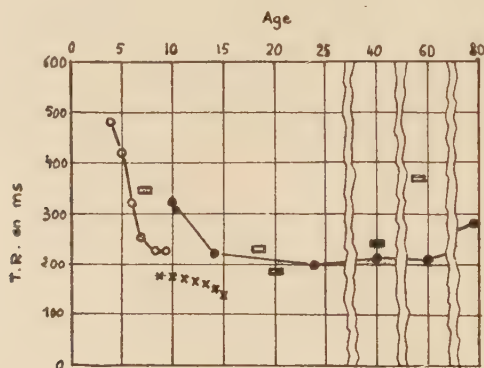
E - Variation du temps de réaction.

Le temps de réaction simple varie d'une expérience à l'autre. Un sujet au cours de tentatives successives donnera relativement plus de temps de réaction longs que de courts. L'entraînement réduit la différence entre ces valeurs extrêmes. La température corporelle jouerait son rôle. D'après VAN BIERVLIET, le temps de réaction se modifierait avec la vitesse du pouls. L'alcool, la morphine, diminueraient d'abord, puis augmenteraient aux doses fortes le temps de réaction. L. BINET et C. BETOURNE signalent une baisse du temps de réaction à la suite d'administration d'hormone mâle.

ROLE DE L'AGE.

Ce facteur retient au plus haut point notre attention.

L'enfant n'a pas de temps de réaction courts. Ceux-ci s'abaissent jusqu'à l'âge de 20 ans, pour augmenter ensuite dans la vieillesse. Toutefois certain vieillards gardent des temps de réaction courts (MILES).



Temps de réaction en fonction de l'âge (WOODWORTH)

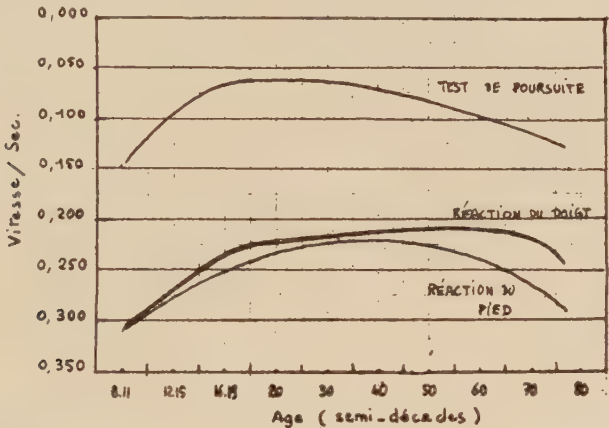
Les modifications du temps de réaction entrent dans le cadre général du vieillissement des aptitudes. BINET et BOURLIERE, dans leur préface de Geronologie rapportent les premiers travaux sur ce sujet entrepris dans l'armée américaine en 1914-1918 sur 15.385 officiers, au moyen de tests d'intelligence (alpha-test) et qui montrent un rendement décroissant avec l'âge.

G. EHINGER et WEISS, constatèrent vers 1927 une baisse des aptitudes psychomotrices s'amorçant à partir de 27 à 33 ans. En 1933, H. E. JONES et H. S.

CONRAD étudient sur 1191 sujets de 10 à 60 ans la valeur des performances. Ils obtiennent :

- jusqu'à 16 ans: progression,
- de 16 à 21 ans: accélération négative,
- après 21 ans: déclin.

leurs échelles mettraient au même niveau un homme de 55 ans et un adolescent de 14 ans. Les travaux de MILES W. R. (1931-1934) confirment l'allure générale de la courbe :



Modifications normales avec l'âge dans le temps de réaction. (MILES 1931).

WEISS 1927: notes obtenues par des mécaniciens de locomotive en Allemagne.

	30 à 35	35 à 40	40 à 50
Habileté manuelle (Test tirelire)	64,6	42,6	41,1
Test conduite	88,4	56,1	23,3
Mémoire topograph.	92,6	77	66,5
Test d'attention diffusée	77,8	65,2	44,9
Temps de réaction visuel de choix	93,8	98,3	86,2
Temps de réaction auditif de choix	98,1	100	82,8

Le vieillissement des aptitudes est un phénomène réel. La période de la trentaine est la « limite d'âge » où s'ébauche la baisse des facultés. Mais, en fait, « la senescence des aptitudes est loin de commencer à des périodes chronologiques similaires pour toutes les fonctions » (BINET BOURLIERE).

A la question: le processus involutif est-il du type uniforme ou accéléré, WECHSLER, avec son tracé plus ou moins linéaire ne prend guère parti, alors que F. S. FREEMAN et D. F. VINCENT penchent pour la rectilinéarité du phénomène. Pour BINET et BOURLIERE, il n'y a pas d'uniformité dans le processus de régression. Sur les sujets bien doués dans leur jeunesse, l'influence du vieillissement possède moins de prise (SORENSEN - MILES - JONES). L'instruction et le niveau intellectuel retardent le fléchissement.

BINET et BOURLIERE concluent: « la senescence des aptitudes est un phénomène très complexe et elle est loin d'être explicable par les seules causes d'origine physiologique. Milieu économique et social, niveau d'instruction, habitudes contractées, habitudes adoptées y concourent, les uns pour la ralentir, les autres la renforcer, d'autres encore pour la masquer seulement ».

L'oreille est probablement un des organes des sens qui vieillit le plus précocément (AURBY). Cela débiterait à 45 ans pour certains, 30 ans et même 20 ans pour d'autres.

Incontestablement, le nerf est touché (WITTMACK) et AUBRY pense que le système nerveux vient en premier lieu en ce qui concerne la senescence auriculaire. L'absence de recrutement est en faveur d'une lésion nerveuse. L'atrophie du ganglion spiral a été constaté anatomiquement par les Finlandais FIEANDT et SAXEN de même que des atteintes des branches nerveuses allant des cellules sensorielles de l'appareil de CORTI au ganglion spiral et même des altérations des centres et voies centrales par sclérose. Notons que NORRIS, SHOCK et WAGMAN (1953) auraient prouvé que la diminution de la vitesse de conduction nerveuse chez l'homme serait due à des modifications de vascularisation.

En dehors de l'augmentation des latences sur le trajet nerveux, une autre hypothèse a été trouvée pour expliquer les troubles de la surdité de sénescence, et en particulier l'intelligibilité brouillée. Il s'agirait de l'augmentation de la persistance sonore (normalement, la persistance auditive est de 0,14 sec.) et par conséquent d'une diminution du nombre des phonèmes à la seconde. La caractéristique principale de la surdité par sénescence pourrait ne pas être l'élévation des seuils, mais celle de l'amortissement. (J.-E. FOURNIER)

F - Emploi du temps de réaction en audiologie.

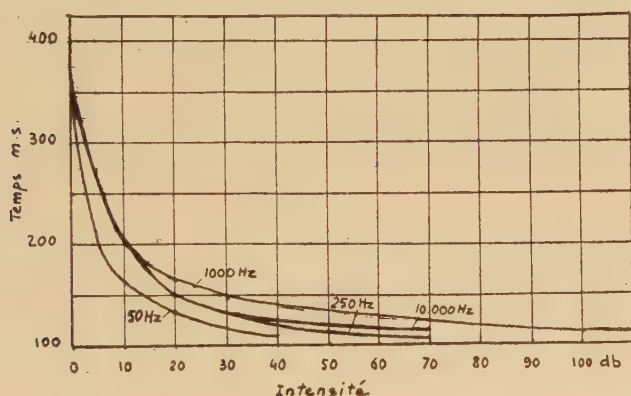
Après PIERON, FESSARD et KUCHARSKI, CHOCHOLLE en introduisant dans l'audiométrie l'élément temporel « troisième dimension du phénomène auditif » comme l'appelle ABOULKER, a entrevu des applications possibles pour le temps de réaction dans le diagnostic des surdités.

De 1940 à 1948, il publie de nombreux travaux sur les variations des temps réaction (monauraux et binauraux) en fonction de l'intensité et de la fréquence. Nous nous devons de mentionner l'essentiel de ses recherches, qui, si elles ne touchent pas l'audiométrie vocale ont jeté un pont entre l'étude des réactions psycho-motrices et l'audiologie.

La méthode des temps de réaction permet de faire des mesures à des intensités supraliminales qui ont plus de rapport avec la vie courante que les intensités liminales.

L'appareillage utilisé par CHOCHOLLE comprend: un audiomètre produisant des stimulus, un chronoscope de HIPP ou de DARSONVAL, une clé multiple qui met en marche simultanément l'audiomètre et le chronoscope (clé à contact de mercure), une clé de réponse et une signalisation lumineuse pour prévenir le sujet.

Ses observations furent réalisées avec des adultes normaux, entre 20 et 30 ans, adaptés aux examens et conservés d'épreuve en épreuve. L'adaptation a toute son importance. Elle donne plus de régularité aux résultats, moins de dispersion. Chez le non-adapté les temps de réaction peuvent être 3 à 4 fois plus long.



Variation des temps de réaction à l'apparition d'un stimulus sonore monaural de durée assez longue en fonction de l'intensité à 4 fréquences pour un sujet adapté

Voici, résumées, les observations qu'il a pu faire:

- 1 - Les temps de réaction absolus monauraux à l'apparition sont égaux, à niveaux individuels identiques d'isotonie, quelque soit la fréquence.
- 2 - Les temps de réaction binauraux à l'apparition sont légèrement plus courts que les temps de réaction monauraux à même niveau d'intensité.
- 3 - Les temps de réaction monauraux à la cessation sont pratiquement les mêmes que les temps de réaction à l'apparition.
- 4 - Les limites inférieures et supérieures des temps de réaction différentiels à l'intensité sont identiques, quels que soient les niveaux d'intensité de base ou la fréquence.

Donc la marge totale réductible (différence entre les limites inférieures et supérieures) des temps de réaction différentiels à l'intensité est indépendante des conditions.

5 - Pour une même fréquence, les temps de réaction différentiels à l'intensité semblent liés au nombre d'échelons différentiels individuels d'intensité.

6 - La limite inférieure des temps de réaction différentiels de fréquence varie avec le niveau auquel on fait les mesures.

En quoi se décompose le temps de réaction :

- transmission jusqu'à l'oreille interne,
- laps de temps pour la stimulation et le départ des potentiels d'action.
- laps de temps le long des voies nerveuses afférentes, axones et synapses,
- les temps corticaux de l'aire sensorielle à l'aire motrice,
- laps de temps le long des voies efférentes motrices,
- la réaction motrice du doigt (ou pour ce qui concerne nos mesures la réaction phonatoire).

Le temps à l'arrivée au cortex serait de 8 ms. et approximativement de 40 ms. dans la voie motrice, ces chiffres changeant peu avec l'intensité.

Donc, les temps corticaux seraient de loin les plus importants (de 70 à 360 ms. pour un temps de réaction de 110 à 400 ms. chez un sujet adapté) et les plus influencés par les variations d'intensité.

Il apparaît que le cortex joue un rôle capital dans la détermination des temps de réaction.

CHOCHOLLE suggère d'utiliser les temps de réaction en audiologie :

1 - *Etude du recrutement.*

Chez un sujet normal, la sensation évolue plus vite aux fréquences extrêmes qu'aux fréquences moyennes et le seuil est plus élevé. Aussi l'évolution du temps de réaction en fonction de l'intensité calculée par rapport au seuil devrait être plus rapide en cas de recrutement. Ainsi, à 1.000 Hz. sur une oreille qui recrute, les variations de temps de réaction devraient correspondre à celles d'une oreille normale à fréquence plus extrême (250 ou 10.000 Hz.). En revanche, à cette même

fréquence, sur une oreille pathologique mais sans recrutement, les variations de temps de réaction devraient correspondre à celles d'une oreille indemne ou apparaître encore moins rapides. Il serait possible de comparer:

- a) Les courbes des 2 côtés en cas de recrutement unilatéral ou les temps de réaction aux mêmes niveaux d'intensité et par rapport au seuil de chaque oreille.
- b) Les variations des temps de réaction d'un sujet présentant un recrutement bilatéral et celles d'un sujet normal, à diverses fréquences.
- c) Les variations des temps de réaction avec celles d'un sujet présentant la même surdité mais sans recrutement.

2 - *Audiométrie supraliminaires.*

Un procédé proposé implique des comparaisons avec les temps de réaction visuels. La recherche de ces corrélations entraîne une trop grande complication. Plus simplement, il suffirait de noter quelques points caractéristiques des courbes des variations chez des individus normaux et de procéder de même avec le sourd. On noterait les niveaux auxquels on retrouve les points caractéristiques considérés. Les différences d'intensité (en phones au besoin) représenteraient le déficit auditif, à des niveaux supraliminaires connus.

3 - *Discrimination des surdités d'origine nerveuse ou centrale.*

Les augmentations sensibles du temps de réaction seraient dues à des retards sur les voies nerveuses. Les augmentations importantes seraient dues à un retard central.

4 - *Dépistage de la simulation.*

CHOCOLLE propose une épreuve associant stimulus lumineux et sonore.

3^e - Chapitre

Mesure des TR en audiométrie vocale

A - Principe.

Le stimulus est un des mots d'une liste de substantifs disyllabiques. La réponse est la répétition exacte par le sujet du mot entendu. Le temps de réaction est le temps compris entre la fin du dernier phonème du mot stimulus (exemple: le rateAU) et le premier phonème de l'article précédant le mot répondu (exemple: LE rateau).

La mesure du temps de réaction s'effectue dans un ensemble audiométrique classique: cabine de l'opérateur - cabine du sujet examiné.

L'équipement consiste en un enregistreur magnétique sur une bande à vitesse constante sur laquelle on enregistre les demandes du speaker et les réponses du sujet.

L'analyse de la bande est effectuée après examen sur un lecteur de son séparé permettant le repérage des mots et des syllabes enregistrés. Les temps de réaction sont déduits par la mesure de la distance entre les repères marqués sur la bande. On traduit en 1/1.000 de seconde les distances mesurées au moyen d'une règle graduée en fonction de la vitesse de déroulement du ruban de magnétophone. (graduation en 1/10 de seconde).

B - Installation.

La cabine téléphonométrique comporte:

1 - Un microphone d'opérateur, un préamplificateur, un indicateur de niveau et un affaiblisseur étalonné variable: quand l'opérateur parle à niveau constant en s'observant au moyen de l'indicateur de niveau (VUmètre) il peut obtenir à la sortie de l'affaiblissement des niveaux variant de -10 à $+90$ db.

2 - Un amplificateur de puissance à gain ajustable fixe et un haut-parleur placé dans la cabine du sujet. Le gain de cet amplificateur est ajusté de façon à ce que le haut-parleur assure au sujet interrogé le niveau d'écoute indiqué par l'affaiblisseur variable. Les listes peuvent aussi être reçues par l'intermédiaire d'un casque mono ou binauriculaire.

3 - Un microphone de sujet et son préamplificateur qui permettent à l'opérateur d'entendre les réponses du sujet.

L'enregistreur est connecté au moyen d'un commutateur à poussoir: soit à la sortie du préamplificateur du micro d'opérateur, avant l'affaiblisseur, soit à la sortie du micro du sujet.

Lorsque l'opérateur prononce un mot ou une phrase, il appuie sur le poussoir et le relâche aussitôt la parole terminée. Le magnétophone est alors prêt à recevoir la réponse du sujet. Ainsi est résolu le problème qui consistait à réunir sur la bande la voix de l'opérateur, émise dans une cabine et celle du sujet dans l'autre. L'enregistrement magnétique des demandes et des réponses est effectué à niveau constant. Le speaker annonce ce niveau avant chaque série de 10 mots.

Le ruban se déroule à vitesse constante (19 cms. / sec.), une réglette permet d'évaluer la distance séparant 2 points de l'enregistrement. La distance est en somme traduite en temps, car la graduation en 1/10 de seconde correspond à cette égalité :

$$1/10 \text{ de seconde} = 19 \text{ mms.}$$

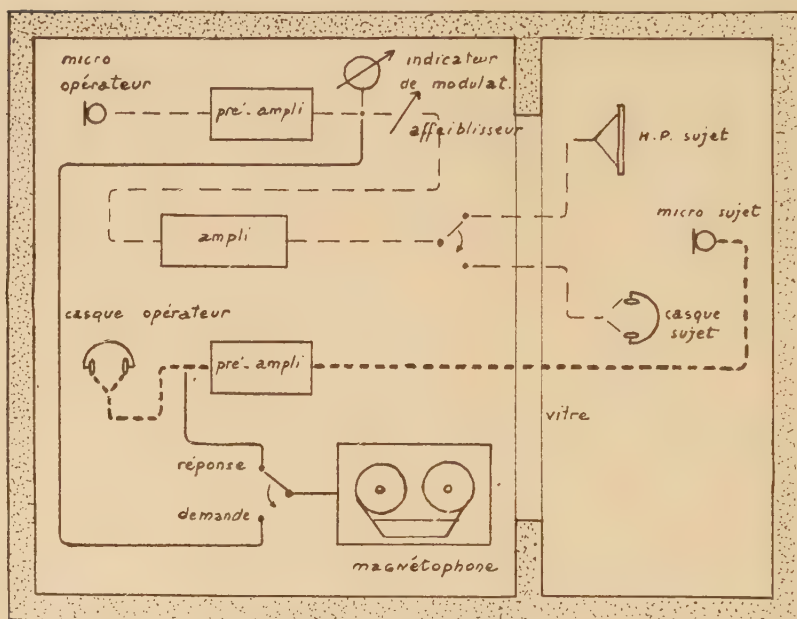
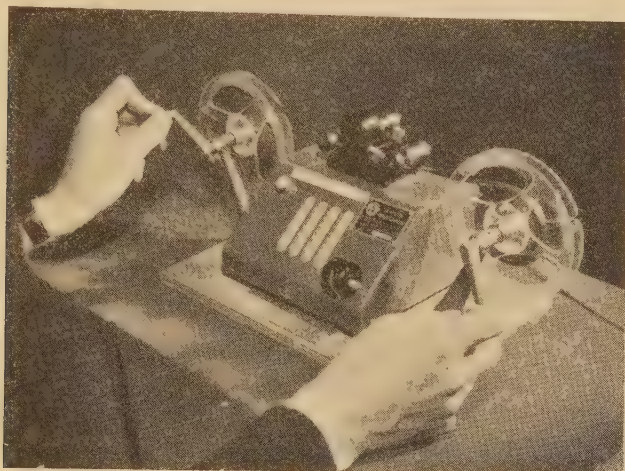


Schéma de l'installation.

Pour effectuer cette mesure on place la bande enregistrée sur un lecteur de reproduction. Cet instrument est utilisé dans les studios de radio et de cinéma. Des manivelles permettent d'enrouler ou de dérouler à la main le ruban d'une bobine sur l'autre. Selon la vitesse de rotation des bobines, la voix est plus ou moins déformée. A vitesse rapide elle est aiguë, à vitesse lente elle est grave. C'est à cette cadence que les phrases ou les mots peuvent être décomposées. L'appareil comporte une tête magnétique mobile et un petit amplificateur attaquant un haut-parleur d'écoute. En faisant défiler lentement la bande enregistrée, l'opérateur qui effectue le dépouillement repère à l'oreille la vibration sonore qui correspond à la fin de la parole envoyée et au début de la réponse. Soulevant la tête de lec-

ture mobile, il coche alors au millimètre près sur la bande immobilisée les points correspondants. Il suffit alors de mesurer la distance entre les deux traits de crayon pour avoir le temps.



Lecteur de reproduction

C - Remarques.

Il est évident que celui qui dépouille la bande de magnétophone doit avoir une grande habitude de ce travail et condition primordiale, posséder une ouïe fine. L'entraînement devra d'abord porter sur le maniement des manivelles, sur la synchronisation main droite-main gauche et ceci pour les deux sens de rotation des bobines. C'est par tâtonnements, par un va et vien de ruban de plus en plus restreint qu'est déterminée la frontière entre le son vocal et le silence. L'oreille devra donc aussi être éduquée pour ce discernement fort nuancé. Plusieurs semaines seront nécessaires pour arriver à une précision qui sera contrôlée par la similitude des mesures successives. Néanmoins, il subsiste incontestablement une petite marge d'erreur qui si elle ne fausse pratiquement pas nos résultats, ne répond pas à une rigueur scientifique absolue. Celui qui mesure devra éviter le danger de fatigue en ne prolongeant pas abusivement le défilement des bandes. La voix du speaker est généralement bien perçue, par contre, si le sujet examiné n'a pas parlé exactement devant son micro, les réponses sont lointaines et le repérage plus délicat. Ce procédé demande beaucoup de temps mais l'éducation étant acquise, il nous a donné satisfaction et nous a permis de plus de mesurer la durée des pauses, des syllabes et des phonèmes à des rythmes de conversation variables.

D- Plan de travail.

I - Nous avons commencé par étudier les sujets normaux, pour nous rendre compte de la valeur du temps de réaction normal en audiométrie vocale clinique

pour des listes de mots dissyllabiques et nous avons cherché ce que pouvait être la dispersion de la moyenne.

2 - Nous avons étudié ensuite l'effet sur le temps de réaction de l'intensité et de l'intelligibilité.

3 - Nous nous sommes efforcés de mettre en évidence l'effet de l'âge, d'abord au moyen des observations de sujets normaux dont nous disposions, ensuite au moyen de nos observations de sénescence ou que nous avons classées comme telles.

4 - Puis nous nous sommes attaqués à l'effet d'affections auriculaires:

a) Surdités de transmission,

b) Surdités de perception de différents types.

5 - Revenant en arrière, nous avons tenté de retrouver les dimensions du temps de réaction normal telles que si elles se trouvent dépassées il puisse en résulter de la confusion et par voie de conséquence une grave atteinte de l'intelligibilité.

Nous essayerons alors de conclure:

a) qu'il existe bien des temps de réaction pathologiques.

b) que leur présence explique certains troubles de l'intelligibilité dans certaines formes de surdité de la perception et notamment dans les sénescences.

4^e - Chapitre

Résultats

A - Observations.

Nos observations ont porté sur 41 sujets qui se décomposent comme suit:

1 - *Age.*

10 à 19	— 5
20 à 29	— 4
30 à 39	— 4
40 à 49	— 6
50 à 59	— 3
60 à 69	— 6
70 à 79	— 6
80 à 89	— 6
90 à 99	— 1
	41

Cette répartition quoique relativement réduite est à peu près équitable et homogène en ce qui concerne la répartition des âges de l'enfance à la vieillesse.

2 - *Profession.*

19 sans profession.
5 employés.
4 ouvriers.
4 écoliers.
3 médecins.
2 secrétaires.
2 professeurs.
1 étudiante.
1 artiste-peintre.

41

Entrent dans la catégorie des « sans profession », les vieillards et quelques femmes. Sur les 4 ouvriers, 2 travaillent dans le bruit (forge et presse). En fait, cet ensemble disparate est loin de répondre à une seule catégorie d'individus.

3 - *Sexes.*

Masculin	16
Féminin	25
	41

Ces proportions correspondent approximativement à celles de la surdité dans la population.

4 - Types de courbes et étiologie.

Il est entendu que toute cause aigüe rhino-pharyngée ou otitique est éliminée par l'interrogatoire et l'examen. Les sujets sont ainsi répartis:

		Bila- té- raux		Mono- laté- raux	
Normaux		8		2	= 10 oreilles
Subnormaux		1			
Transmissions pures		4		2	= 6 oreilles
Perceptions pures					
« horizontales	5				
« ascendantes	1				
« descendantes	3		1		
« en escalier			1		
« trou au 4.000	4				
« en V.	1				
« senescences	6				
	20	—20	2	— 2	
Inclassables:					
perceptions	3				
mixtes	2				
	5	— 5			
		38		6	38 - $\frac{6}{2}$ = 41

A la catégorie « Hiatus au 4.000 », il faut intégrer: Traumatisme crânien ou sonore. Aux « sénescences », il faut rattacher notamment des surdités de transmission aggravées manifestement par la sénescence.

B - Temps de réaction normaux.

Pour le calcul des temps de réaction normaux, nous avons pris pour critère exclusif, les temps de réaction moyens (sur 10 mots) correspondant à l'intelligibilité de 100%. Pour chaque sujet que nous avons examiné, nous avons dessiné, sur le même graphique, la courbe des temps de réaction et la courbe d'intelligibilité. En ordonnée, on note l'intensité en db., en abscisse le temps de réaction en ms. et l'intelligibilité en %. Nous avons fixé arbitrairement: 100% d'intelligibilité = 200 millisecondes, ce qui est proche de la réalité, et graphiquement commode.

Nous disposons de 10 oreilles de normaux (entre 10 ans 1/2 et 46 ans), les résultats sont les suivants:

1 - Moyenne obtenue dans les conditions ci-dessus:

$$M. = 222.5 \text{ ms.}$$

2 - Ecart-type:

$$\sigma = 47.6 \text{ ms., erreur type } \pm \text{ ou } - 10.6.$$

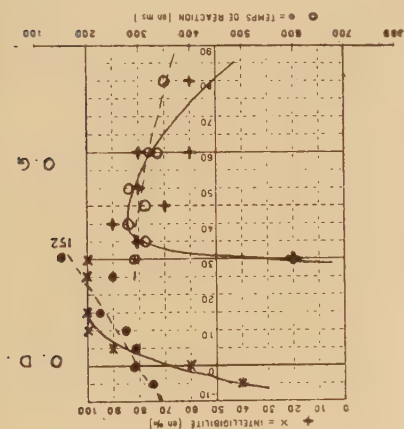
Ce qui signifie que, sur une population nombreuse (si notre échantillon peut être considéré comme « moyen ») et si la distribution des temps de réaction dans la population est bien « normale », c'est à dire gaussienne (symétrique par rapport à la moyenne) on aura :

— pour 68 % des cas — T. de R. compris entre 175,0 et 270,0 (soit M. + ou — 1σ)

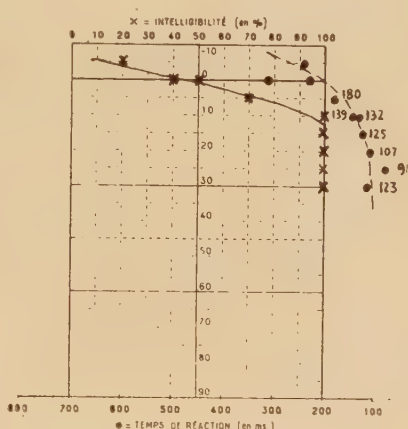
— pour 95 % des cas — T. de R. compris entre 127,5 et 317,0 (soit M. + ou — 2σ)

— pour 99,6% des cas — T. de R. compris entre 80,0 et 365,0 (soit M. + ou — 3σ)

Mais étant donné le petit nombre de cas compris dans notre échantillonnage (10 seulement) et le fait que rien ne prouve que la distribution réelle soit gaussienne, il ne faut considérer ces chiffres que comme une première approximation, nous ne les citons que pour donner une idée de ce que peut être le temps de réaction normal.



Mlle TO... — 22 ans.



Mlle RI... — 29 ans.

O. D. — normal.

O. G. — surdité de perception avec recrutement.

subnormal jusqu'au 1.000 puis chute sur les aigus.

O. D. — O. G. normal.

C - Effet de l'intelligibilité (ou de l'intensité) sur les normaux.

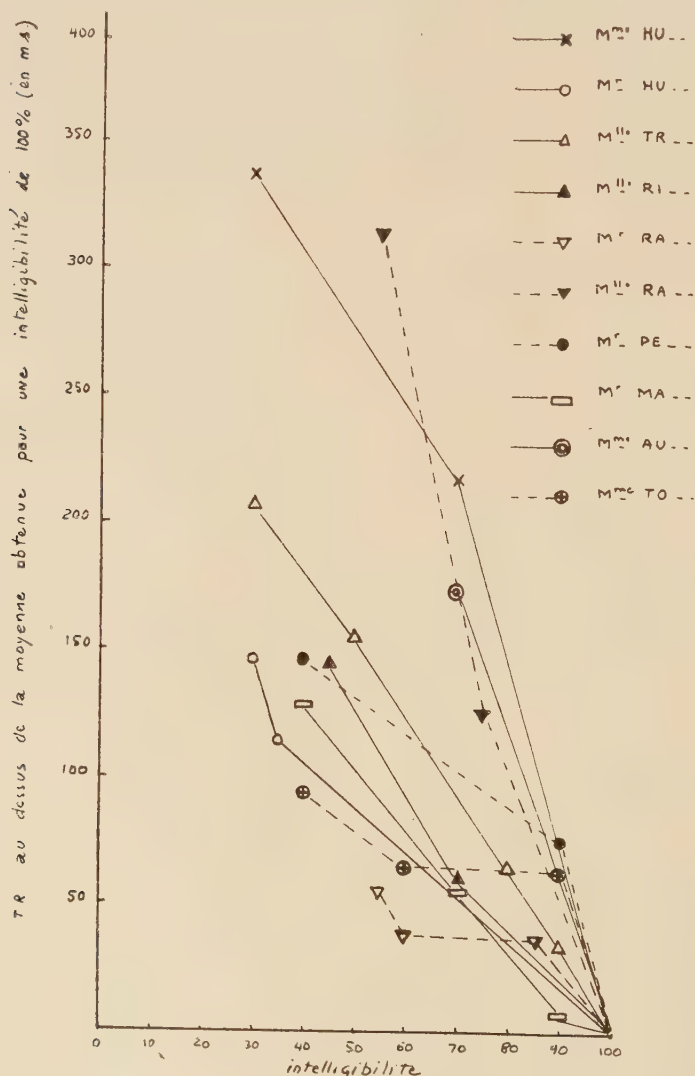
On pourrait croire que cette action est certaine, bien définie. En fait, elle est extrêmement difficile à mettre en évidence.

L'intelligibilité étant une fonction de l'intensité, on peut à priori, prendre l'un ou l'autre de ces facteurs. Pour des raisons de commodité, nous avons préféré prendre l'intelligibilité.

Nous avons constaté sur nos 10 cas normaux, l'augmentation de temps de réaction qui résulte de la diminution de l'intelligibilité. Si l'on considère comme

normal, caractéristique de l'individu, le temps de réaction moyen calculé, cette augmentation se calcule à partir de ce chiffre.

Par exemple, pour Mme. HU., le temps de réaction moyen calculé = 212 ms. A un niveau d'intensité déterminé, elle nous a donné 30% de réponses exactes. Le temps de réaction correspondant est de 550 ms. - l'augmentation de temps de réaction est de $550 - 212 = 338$ ms.



Variation du temps de réaction en fonction de l'intelligibilité.

Graphiquement, on voit que le temps de réaction augmente bien au fur et à mesure que diminue l'intelligibilité, ce qui est évident à priori, mais la pente des courbes individuelles est très variable et étant donné le nombre restreint de nos cas, nous ne pouvons donner une règle immuable, mathématique, caractéristique du phénomène.

Néanmoins, pour fixer les idées, on peut indiquer que :

Pour une diminution
d'intelligibilité de :

10 à 25%

30 à 45%

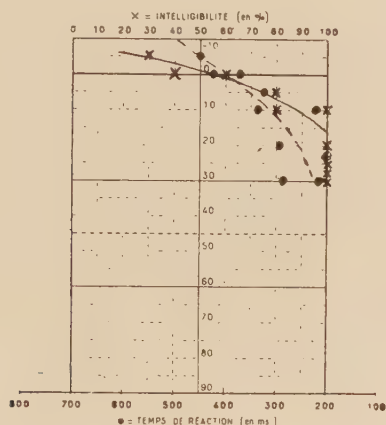
50 à 70%

Le temps de réaction augmente en
moyenne de :

55 ms.

130 ms.

165 ms.



Mlle TR... 19 ans
OD et OG normal.

D - Effet de l'âge sur les temps de réaction normaux.

Nous avons rappelé antérieurement les études relatives au modification du temps de réaction en fonction de l'âge (BINET - BOURLIERE - MILES).

Dans les conditions de nos examens, cet effet est difficile à mettre en valeur parce que :

a) Nos cas sont en petit nombre.

b) En ce qui concerne les senescents, il n'est pas toujours aisé de poser un diagnostic certain.

Rappelons, à cet effet, que AUBRY et E. COHEN ont classé ainsi les presbyacousiques :

1 ^{er} groupe	malades qui ne consultent pas	presbyacousie pure.
2 ^e groupe	malades qui viennent consulter	presbyacousie aggravée. dégénérescence nerveuse.
3 ^e groupe	l'otite sèche diathésique.	

Néanmoins :

La courbe semble montrer qu'il y a abaissement du temps de réaction de l'enfance à l'âge d'adulte et ensuite, une augmentation. Nous n'avons qu'un seul cas de « normal » de 46 ans.

Si l'on groupe par âge, on obtient une série de chiffres qui ont une apparence satisfaisante :

10 à 19 — 265 ms.

20 à 29 — 187 ms

30 à 39 — 191 ms.

La différence entre les deux derniers groupes d'âge n'est pas tellement significative pour que l'on puisse parler de remontée de la courbe. Toutefois, cette ébauche, en se rapportant aux courbes généralement obtenues en ce qui concerne l'effet du vieillissement sur les relations psycho-motrices, laisse à penser que les temps de réaction, en audiométrie vocale, augmentent avec l'âge.

2 - Nous avons classé, certains sourds, dans la rubrique « senescence » pour divers motifs, à savoir, d'une part, la forme de leur courbe et d'autre part, leur âge. Parmi ces observations, nous comptons 2 cas de surdité mixte, mais nous montrons plus loin que les surdités de transmission ne présentent pas de temps de réaction qui diffèrent des Normaux d'une manière significative. Donc, l'augmentation de temps de réaction dans ces 2 cas, est due seulement à la senescence.

Les 6 cas de la rubrique « senescence » donnent les résultats suivants :

a) Moyenne obtenue $M = 412,7$ ms.

b) Ecart-type $\sigma = 30,2$ ms. erreur type: $\pm$ ou $- 8,7$.

c) L'Ecart-type (30.2) est peu différent de celui des auditions normales (47,6), en sorte que l'on peut se contenter de souligner l'augmentation de temps de réaction qui paraît due soit à l'âge, soit à la surdité de senescence :

$$412,7 - 222,5 = 190,2 \text{ ms.}$$

C'est, tout au moins, un ordre de grandeur.

On remarquera que cette différence est significative.

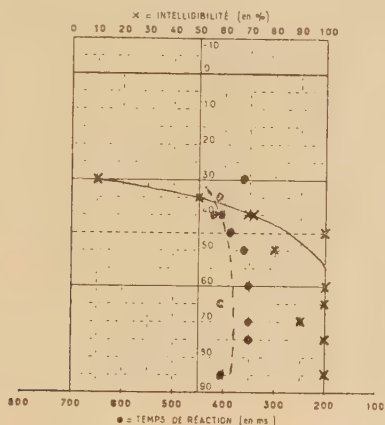
En effet, et d'après les chiffres cités au paragraphe B., 99,6% des cas normaux sont compris entre temps de réaction: 80,0 ms. et temps de réaction: 365,0 ms.

Il n'y a donc, dans une population normale et homogène que:

$$\frac{100 - 99,6}{2} \cdot \frac{0,4}{2} = 0,2\% \text{ de chance de rencontrer un temps de réaction}$$

supérieur à 365,0 ms. A fortiori, il ne doit pas y avoir 0,01% de chance de rencontrer un temps de réaction normal de 412,7 ms.

Donc, si nous ne pouvons pas affirmer que l'âge augmente le temps de réaction, nous pouvons, par contre dire, que la surdité de senescence (ou considérée comme telle) provoque une élévation significative du temps de réaction.



M. PE... 92 ans

surdité de perception pure bilatérale
plus marquée à G.

NOTE - La moyenne de temps de réaction des senescents est évidemment un peu faussée par le cas ST... dont nous n'avons d'ailleurs qu'une seule observation utilisable pour cette statistique. La différence est d'une vingtaine de ms. (plus exactement 28 ms.).

La moyenne sans ST... serait donc de 384 ms. et l'augmentation monterait à:

$$384 - 222 = 162 \text{ ms.}$$

au lieu de 190.

Notre raisonnement ne s'en trouve donc pas affecté.

E - Effets des affections auriculaires.

Nous les diviserons en 2 groupes:

- a) *surdités de transmission* pour lesquelles nos observations sont accessibles au calcul.
- b) *surdités de perception* qui, au contraire, ne peuvent être schématisées par le calcul d'aucune moyenne. Nous ne pouvons que montrer quelques exemples.

A - SURDITE DE TRANSMISSION.

Nous disposons de 6 oreilles. Nous avons pris le même critère de choix que pour les normaux, c'est à dire, les temps de réaction moyens (sur 10 mots) correspondant à 100% d'intelligibilité. Les résultats sont les suivants:

- a) moyenne obtenue $M = 247$ ms.
- b) Ecart-type $\sigma = 50,8$ ms.

Cette « distribution » est-elle significativement différente de celle de « nos » normaux ?

Non, car:

1 - La moyenne $M = 247$ ms. se trouve dans les limites assignées à la moyenne des temps de réaction normaux $M \pm$ ou $- 1\sigma$, c'est à dire que dans 68% des cas, au lieu d'obtenir une moyenne d'exactement 222,5 ms., on aura comme ici, une moyenne supérieure à 175,0 ms. et inférieure à 270,0 ms.

2 - L'écart-type se trouve également dans les limites assignées à l'écart-type des cas normaux.

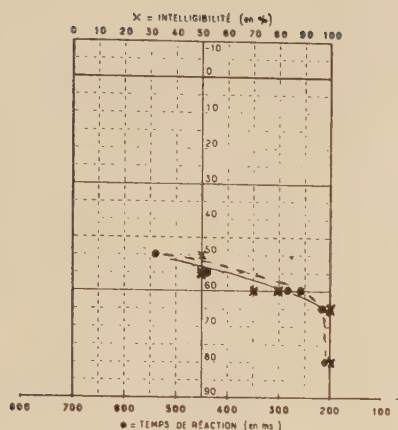
En faisant le même raisonnement, on a:

$$\sigma = 47,6 \pm \text{ou} - 10,6$$

Donc, dans 68% des cas, σ sera entre 37,0 ms. et 58,2 ms. C'est ce qui se passe dans le cas présent.

NOTE - Le « test t », applicable aux petits échantillons donne $t = 1,7$, alors que la table de STUDENT indique pour 9 degrés de liberté, une probabilité de 0,10 pour $t = 1,83$.

Donc, il est possible qu'il y ait une petite différence entre les temps de réaction de surdités de transmission et les temps de réaction normaux, mais cela n'est absolument pas certain. La probabilité est en sens contraire: la surdité de transmission est sans action notable sur le temps de réaction.



Mme SI... 49 ans

Surdité bilatérale de transmission
avec chute sur les aigus.

B - SURDITE DE PERCEPTION.

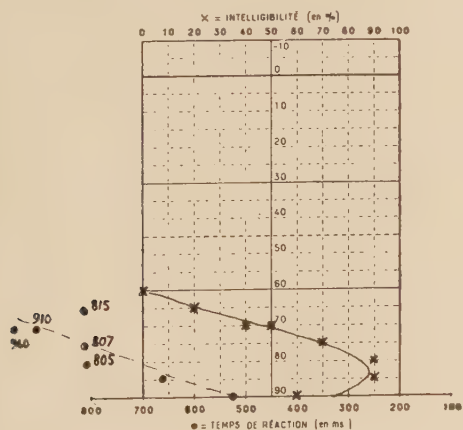
Il est impossible, avons-nous dit, de synthétiser nos observations par aucun calcul.

Quand on regarde l'ensemble des courbes de temps de réaction que nous avons relevées, il apparaît qu'elles sont extrêmement variables, sans qu'aucune cause évidente ne se fasse jour.

Nous ne pouvons donc que donner une impression et citer des exemples pris dans nos observations.

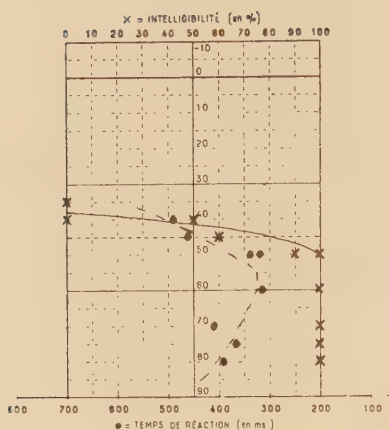
1 - Perceptions à courbes horizontales (5 cas).

Parfois le temps de réaction est considérablement augmenté (Mme CO...) ou suffisamment augmenté (Mlle MA...).



Mme CO... 60 ans

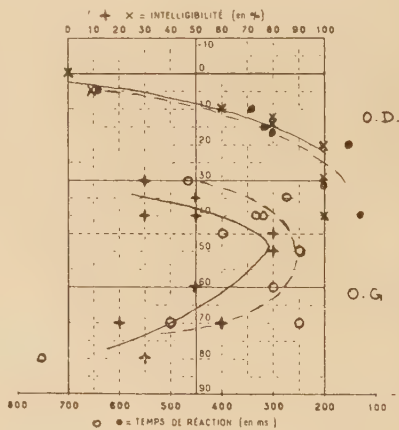
Surdité bilatérale de perception pure.



Mlle MA... 11 ans
Surdité bilatérale de perception pure
apparue à l'âge de 3 ans.

2 - Perceptions à courbes ascendantes (1 cas).

Nous n'avons qu'un seul cas. On a l'impression d'un temps de réaction en moyenne meilleur que l'intelligibilité, mais les courbes paraissent, à peu près, avoir la même allure.



OD - Subnormal.

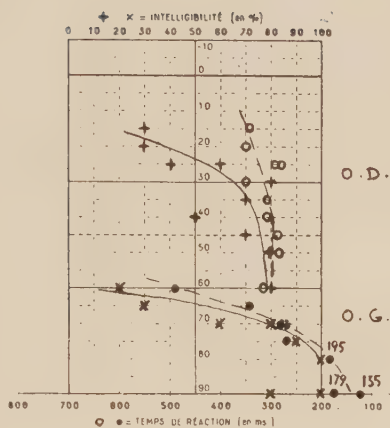
OG - surdité de perception ascendante
avec recrutement.

3 - Perceptions à courbes descendantes (3 cas).

Sur 2 cas (Mme KÖ... et M. DE...OD) les temps de réaction paraissent normaux, c'est à dire, en rapport avec le niveau atteint par l'intelligibilité. Sur le 3^e cas, par contre, on note une augmentation considérable et très significative. L'explication en serait-elle une surdité congénitale ?

M. DE... 68 ans

OD - Surdité de perception pure.
OG - Surdité de transmission avec chute
sur les aigus.



4 - Perceptions avec courbes en escalier (1 cas).

Ce type de surdité ne semble pas avoir un effet sur le temps de réaction qui reste en rapport avec l'intelligibilité.

— Voir l'observation de Mme TO... déjà reproduite avec les normaux.

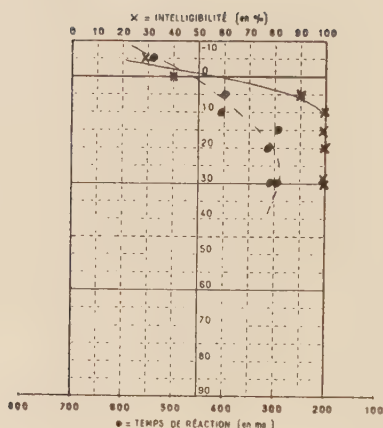
5 - Hiatus au 4.000 et traumatismes divers (4 cas).

Paradoxalement, le hiatus au 4.000 semble avoir une influence sur le temps de réaction, même s'il est peu accentué. Toutefois, le nombre de nos cas n'est pas suffisant pour qu'il nous soit possible de l'affirmer.

Ainsi, dans le cas me M. MA..., il n'existe qu'un trou insignifiant, mais son temps de réaction est fortement augmenté. La cause n'est pas apparente car il s'agit d'un sujet qui peut être « fruste » mais son oreille peut être fatigu e puisqu'il travaille dans le bruit depuis cinq ans. Le trou au 4.000 n'est peut être pas toujours en rapport avec l'intensité de la lésion. Rien ne prouve que le traumatisme provoqué par le bruit se limite à l'encoche sur le 4.000; il se peut fort bien que le mécanisme responsable du temps de réaction soit atteint.

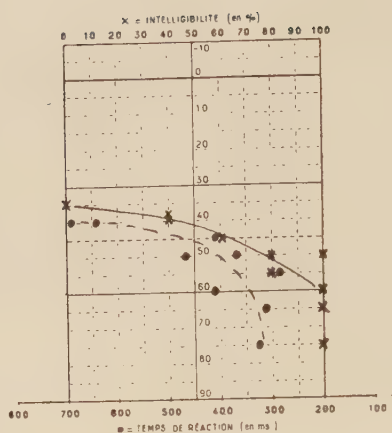
Il en est de même pour Mle SO... dont l'encoche à 4.000 est de peu d'importance relative et se trouve en tous les cas, en dehors des limites des fréquences conversationnelles.

Quant   HA..., il semble qu'il s'agisse d'un traumatisme sonore parvenu au dernier stade; le temps de réaction est fortement augmenté.



M. MA... 26 ans

Scotome bilatéral sur le 4.000.
Travaille dans le bruit.



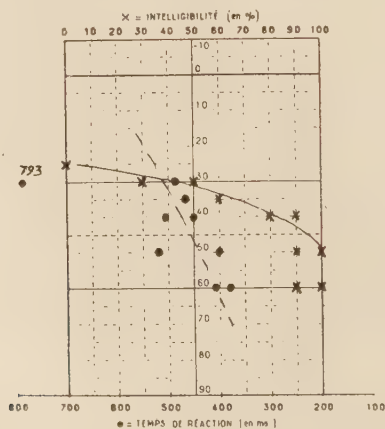
Mlle SO... 45 ans

Surdité bilatérale de transmission pure
avec encoche au 4.000.

Tendance à la chute sur les aigus.
Otospongiose ayant débuté à 35 ans.
Féneration à gauche en Janvier 1954.

6 - Perceptions avec courbes en V (1 cas).

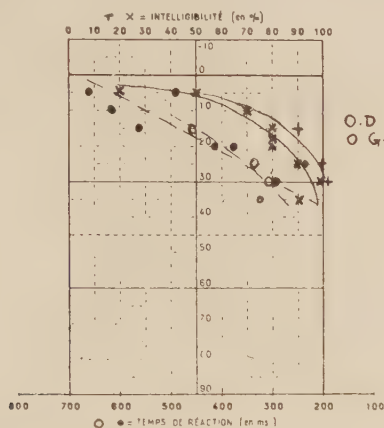
Nous n'avons qu'un seul cas; le temps de réaction est considérablement augmenté, bien au delà des limites de normalités (supérieur à 365 ms.).



Mlle PL... 10 ans

Surdité bilatérale de perception pure.
Courbe en V.

C - Il faut faire, ici, une mention à part du seul cas que nous ayons d'audition subnormale. Mme GR... qui présente un temps de réaction sensiblement au dessus de la normale (supérieur à 300ms.).



Mme GR... 52 ans

OD et OG subnormal.

Il s'agit d'une malade traitée dans un Service de neurologie, qui présente: vertiges et diplopie.

CONCLUSIONS:

A - Surdité de transmission.

Les temps de réaction sont normaux ou subnormaux.

B - Surdité de perception.

On rencontre tous les cas: temps de réaction normaux, temps de réaction moyennement augmentés, temps de réaction considérablement augmentés.

Il est possible que le temps de réaction dépende non pas de l'atteinte proprement dite de la perception, mais du recrutement ou de la fatigue qui accompagnent certains cas de surdité de perception.

C - Surdité subnormale.

Il peut exister des temps de réaction augmentés chez les subnormaux.

F - Considérations sur le temps de réaction (normal) et ses limites de normalité.

Nous avons vu de quoi se compose le langage: de phonèmes seuls ou assemblés pour donner des syllabes, de mots formés d'une ou plusieurs syllabes, de phrases nées de l'union de plusieurs mots.

Les phrases sont assimilées par les centres spécialisés du cortex à une vitesse qui varie vraisemblablement entre certaines limites. Du moins peut-on penser qu'il existe sûrement une limite supérieure.

On peut imaginer une analogie entre l'audition et la lecture. Si l'on déroule un ruban imprimé il existe à la lecture :

A) Une vitesse de déroulement optimum.

B) - Une vitesse limite.

Au delà nous ne pouvons plus rien lire, sauf toutefois quelques lambeaux de phrases arrachés au passage par l'attention au détriment évidemment de ce qui suit.

En ce qui concerne l'audition, un fait paraît certain : vitesse « afférente » optima et vitesse « afférente » limite ne peuvent pas être différentes des vitesses « efférentes » correspondantes. Autrement dit, l'homme ne peut pas percevoir la voix à une vitesse s'écartant notablement de celle à laquelle il peut prononcer les mots. La liaison audition-phonation doit, en ce sens, être absolue. La « communication » orale humaine est un tout. Le temps nécessaire à l'homme pour « assimiler » un mot est sûrement égal à celui qu'il lui faut pour émettre ce mot.

Il y aurait donc un parallèle entre la cadence d'émission des mots et la durée de la réaction de perception.

Partant de cette hypothèse, nous pouvons avoir une idée du temps de réaction auditif normal à condition de pouvoir mesurer le temps d'élocution correspondant.

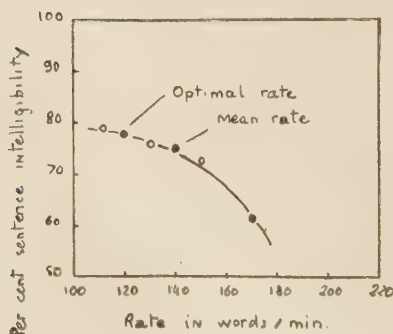
TEXTES A CADENCES DIFFERENTES

A - D'après certains travaux puisés dans la littérature, nous avons pu évaluer approximativement les vitesses d'élocution optimum et maximum.

1 - Travaux d'ABRAMS et GOFFARD, 1944.

Ces auteurs donnent les chiffres suivants :

cadence « optimum » : 120 mots minute = 2 mots seconde
procurant une intelligibilité de 78%.
cadence « moyenne » : 140 mots minute = 2,3 mots seconde
procurant une intelligibilité de 75%.
cadence « maximum » : 170 mots minute = 2,8 mots seconde
procurant une intelligibilité de 61%.



Variation de l'intelligibilité en fonction de la cadence de mots minute.

(d'après ABRAMS et GOFFARD)

LICKLIDER et MILLER (1951), à propos de ces résultats écrivent, en guise de commentaire: « l'intelligibilité des phrases n'a qu'une légère tendance à diminuer au fur et à mesure que la cadence augmente jusqu'à ce que le speaker arrive à 160 mots par minute. Approximativement, 120 mots par minute représentent la vitesse optimum ».

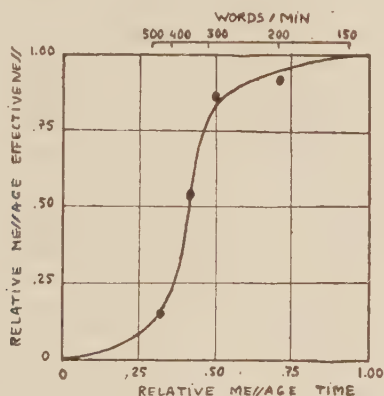
2 - Travaux de BOCCA, CALEARO, CASSINARI, 1957.

A propos de la surdité corticale, ceux-ci ont étudié la perception de la voix accélérée. Ils ont fixé la normalité à 140 mots par minute et la vitesse supérieure à 350 mots par minute, ce qui suppose un speaker doué d'une remarquable vitesse d'élocution.

3 - Travaux de FAIRBANKS, GUTTMAN, MIRON, 1957.

Ils ont étudié la relation entre la « compréhension » de messages parlés et la cadence à laquelle ils étaient entendus.

Deux textes consistant en une exposition d'informations techniques étaient lus par un speaker expérimenté, à 140 mots par minute, ce que les auteurs considèrent comme la vitesse optimum. Un appareil permet des compressions qui peuvent amener la cadence au maximum à 470 mots par minute (70% de compression). La compréhension des messages est jugée par les réponses à des séries de tests se rapportant au sujet traité.



Courbe de FAIRBANKS, GUTTMAN, MIRON.

La courbe de « compréhension » en fonction du « temps de message » (message time) a une forme sigmoïde. Les réponses objectivant l'assimilation du message sont de 50% environ du maximum quand le temps de message est de 40%

(60% de compression = 353 mots minute). Quand le temps de message est de 50% (282 mots minute) la réponse est un peu inférieure à 90% et l'efficienne maximum.

B - Nous avons enregistré sur ruban magnétique le même texte à deux cadences différences: une que nous considérons, très subjectivement d'ailleurs, comme normale, l'autre à la limite des possibilités physiques du speaker, le texte restant également à la limite de l'intelligibilité.

Après dépouillement de nos bandes, nous avons obtenu les résultats suivants:

	Cadence normale.	Cadence maximum
a) <i>Vitesse</i>	158,6 mots/min. 2,64 mots/sec. 4,17 syll./sec. 9,53 phonèmes/sec.	270,6 mots/min. 4,50 mots/sec. 7,77 syll./sec. 17,32 phonèmes/sec.
b) <i>Durée</i>	du mot: 380 ms. de la syll.: 240 ms. du phonème/sec.: 105 ms.	222 ms. 129 ms. 58 ms.
c) <i>Nombre de</i>	syll./mot: 1,58 phonème/syll.: 2,29 phonème/mot: 3,62	1,73 2,23 3,85

C - Discussion des résultats.

Nos chiffres paraissent supérieurs à ceux d'ABRAMS et GOFFARD, mais comparables à ceux de FAIRBANKS... Il y a lieu de transposer les chiffres pour la langue française, en tenant compte du fait que le mot français moyen est de 1,6 syllabe/mot, alors que le mot anglais moyen est de 1,35 syllabe/mot. On peut admettre que la durée de la syllabe française est la même que la durée de la syllabe anglaise. Notons d'autre part que les mesures des auteurs américains ont été effectuées dans le bruit.

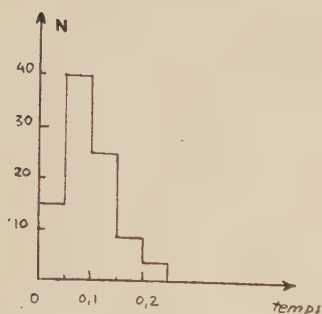
Il faut donc, pour que les chiffres soient comparables, augmenter les cadences d'ABRAMS et GOFFARD de:

2 mots anglais/sec. = 2,70 syllabes = 1,7 mots/sec. français.

2,3 mots anglais/sec. = 3,10 syllabes = 2 mots/sec. français.

2,8 mots anglais/sec. = 3,78 syllabes = 2,4 mots/sec. français.

NOTE : pour MOLES, la durée moyenne des phonèmes français, pour une diction, à cadence normale est de 80 ms. D'après la courbe qu'il publie, la distribution n'est pas symétrique. Nos résultats sont en bon accord.



Courbe de MOLES

Les chiffres de FAIRBANKS, GUTTMAN et MIRON donnent alors :

efficacité du message (approximatif)	Vitesse mots/min. (approximatif)	Vitesse syll./sec. (approximatif)	Vitesse mots français par seconde
90 %	200	4,5	2,8
85 %	290	6,5	4,0
55 %	340	7,6	4,7
15 %	440	9,8	6,0

Ces chiffres sont en excellent accord avec nos observations personnelles.

TEMPS DE REACTION POUR LE MOT MOYEN

Il nous faut rechercher quel peut être le temps de réaction moyen pour le mot moyen, c'est à dire le temps de réaction du mot contenant un nombre moyen de syllabes.

A. Répartition des mots selon leur nombre de syllabes :

Nous avons établi la statistique des mots mono, bi, trisyllabiques de la langue française. Nos recherches ont porté sur le style journalistique et sur le style littéraire. (Voir tableau).

Le tableau ci-dessous indique les différences de pourcentages entre les langues anglaise, italienne et française :

NOMBRE DE SYLLABES	1	2	3	4	5
ANGLAIS (Bell télé. Laboratories 1930)	82,0	13,8	3,2	0,86	0,15
ITALIEN (Bocca - Pellegrini)	37,5	26,5	20,3	10,4	4
FRANÇAIS	57,3	29,4	10,0	2,9	0,4

On remarque que la langue française des « auteurs » diffère de la langue journalistique. Les écrivains seraient plus économes de mots longs !

	France-soir		Figaro		MAURIAC Th. Desqueyroux		GIDE Ainsi soit-il		Moyenne générale
	Sur 1.000 mots %		Sur 2.811 mots %		Sur 1.000 mots %		Sur 2.000 mots %		0,6
mots de 1 syl.	587	58,7	1.459	52,0	619	61,9	1.259	63,0	57,3
mots de 2 syl.	280	28,0	919	32,7	285	28,5	502	25,1	29,4
mots de 3 syl.	102	10,2	319	11,3	78	7,8	184	9,2	10,0
mots de 4 syl.	27	2,7	99	3,5	18	1,8	51	2,5	2,9
mots de 5 syl.	4	0,4	15	0,5	0	0,0	1	0,2	0,4
	1.000	100,0	2.811	100,0	1.000	100,0	2.000	100,0	100,0

REPARTITION DES MOTS EN FONCTION DE LEUR NOMBRE DE SYLLABES

La distribution obtenue correspond à cette formule (J.-E. FOURNIER):

$$i_n = \frac{I}{n!}$$

I étant le pourcentage des monosyllabes.

n le nombre de syllabes dont se compose chaque mot.

i le pourcentage de ces mots.

Le nombre moyen de syllabes par mot serait en moyenne de 1,597, chiffre très proche de ce que nous avons trouvé expérimentalement à la cadence normale: 1,58. Pour arrondir, nous prendrons 1,6.

B - Variations du temps de réaction en fonction du nombre de syllabes:

Par ailleurs il importe de savoir comment varie le temps de réaction en fonction du nombre de syllabes dans le mot. Pour cela, nous avons utilisé deux sujets normaux qui durent répéter des listes de substantifs mono et bisyllabiques en les alternant. A différentes intensités les temps de réaction furent les suivants:

1 ^{er} sujet	à 0 db	à 10 db	à 20 db	à 30 db
T. R. mots bissyl.	315	218	«	172
T. R. mots monosyl.	535	336	«	282
Différence	- 41 %	- 35 %	«	- 39 %

2^{ème} sujet

T. R. mots bissyl.	332	211	214	190
T. R. mots monosyl.	542	271	297	237
Différence	- 39 %	- 22 %	- 28 %	- 20 %

On peut, pour la facilité des calculs, prendre la moyenne

$$\frac{38 + 27}{2} = \frac{65}{2} = 32,5$$

et arrondir à 33,3 %, soit 1/3.

Donc, le temps de réaction des bisyllabiques se trouve raccourci de 1/3 par rapport au temps de réaction des monosyllabiques; le temps de réaction des monosyllabiques étant alors égal à 150 % du temps de réaction des bisyllabiques.

Il en résulte que pour un temps de réaction bisyllabique considéré comme normal de 222,5 ms, on peut admettre un temps de réaction monosyllabique normal de 333,7 ms.

Par intrapolation on a:

Temps de réaction normaux pour mots de 1,6 syllabes: 267 ms.

Cette intrapolation ne tient pas compte des mots tri et quadrisyllabiques, mais elle se justifie par le fait que les mono et bisyllabiques forment :

$$52,3 + 29,4 = 86,7 \% \text{ des mots de la langue française.}$$

Le résultat est à rapprocher de notre expérience des vitesses d'élocution différentes. A cadence normale, la durée moyenne du mot est de 380 ms, à cadence rapide de 222 ms.

Quelle peut-être la dispersion (écart-type) de ce chiffre moyen ? - Nous n'en savons rien, mais il est raisonnable de penser, à titre de première approximation, qu'elle est sensiblement la même que pour les mots bisyllabiques, soit environ 47,6 ms.

On aura ainsi :

Temps de réaction normaux pour mots de 1,6 syll. = 267 ms. + ou - 2σ ($2 \times 47,6$)

C'est à dire que dans 95% des cas normaux, le temps de réaction moyen pour le mot polysyllabique moyen serait compris entre 172 ms. et 362 ms.

NOTE - *Nous n'avons pas tenu compte ici des délais oreille-cortex (9 ms. environ) et cortex-larynx. Ce dernier pouvant être évalué par référence avec la voix motrice cortex-doigt à : 40 ms., soit au total environ : 50 ms.*

Le « résidu », c'est à dire la partie du temps de réaction qui intéresse le cortex seul, serait ainsi de :

$$222,5 - 50 = 172,5 \text{ ms.}$$

pour les mots bisyllabiques, et si l'on suppose que la réduction qui intervient entre les temps de réaction pour mots mono et bisyllabiques est due à l'action du seul résidu, c'est à partir de ce chiffre qu'il faudrait calculer le temps de réaction normal pour le mot moyen de 1,6 syllabe.

EN CONCLUSION, avec un temps de réaction = 362 ms., le sujet peut suivre parfaitement le discours à cadence normale de 2,64 mots par seconde (380 ms. par mot) il ne peut suivre par contre, tout au moins sans fatigue et certainement pas pendant longtemps le discours à cadence rapide de 4,5 mots par seconde (222 ms par mot).

C'est donc au chiffre arrondi de 360 ms. que nous croyons devoir fixer en première approximation la limite de normalité du temps de réaction pour le mot « moyen » de 1,6 syllabe.

Ayant ainsi fixé ce chiffre, on peut dire, à propos du travail de FAIRBANKS, GUTTMAN et MIRON, que chez le sujet normal :

1 - Une augmentation de vitesse d'élocution normale de 2,8 mots par seconde à 4,7 mots par seconde (soit approximativement = 70%) provoque une diminution d, « efficacité » de 90 à 55%, soit approximativement - 35%.

2 - Une augmentation de la vitesse d'élocution normale de 2,8 à 6 mots par seconde (soit approximativement + 100%) provoque une diminution d'efficacité de 90 à 15%, soit approximativement - 75%

Tels sont les chiffres normaux pour les sujets normaux dont le temps de réaction limite a été calculé par nous et estimé égal, au maximum, à 360 ms.

Or, un temps de réaction augmenté de x% provoque le même effet en ce qui concerne l'intelligibilité qu'une augmentation de x% de la vitesse d'élocution à laquelle est soumis un sujet normal.

Donc, pour fixer les idées:

T. R. normal + 70% → diminution de l'efficacité de 35%.

T. R. normal + 100% → diminution de l'efficacité de 75%.

ce qui donne, pour le mot « moyen » de 1,6 syllabes.

$$T. R. = 360 + \frac{70}{100} \times 360 = 610 \text{ ms.} \rightarrow \text{diminution d'efficacité de 35\%.$$

$$T. R. = 360 + \frac{100}{100} \times 360 = 720 \text{ ms.} \rightarrow \text{diminution d'efficacité de 75\%.$$

dans les conditions normales.

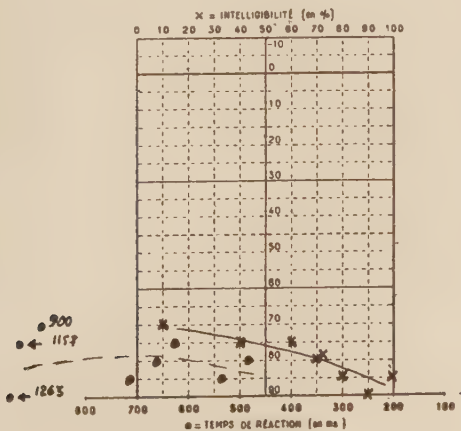
Et, pour le mot dissyllabique, dont la limite de normalité correspondante est de 222,5 ms. + ou - 2 σ (47,6) = environ 317 ms.

$$T. R. = 317 + \frac{70}{100} \times 317 = 540 \text{ ms.} \rightarrow \text{diminution d'efficacité de 35\% env.}$$

$$T. R. = 317 + \frac{100}{100} \times 317 = 635 \text{ ms.} \rightarrow \text{diminution d'efficacité de 75\% env.}$$

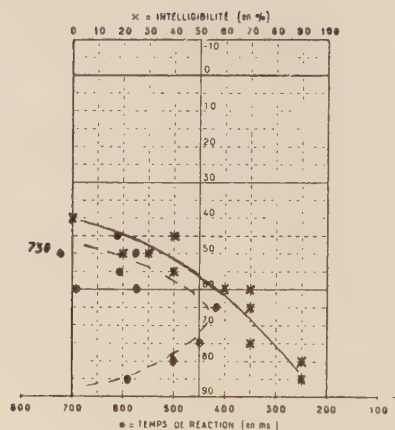
Les temps de réaction ayant été mesurés, pour nos observations, sur des mots dissyllabiques, ce sont ces derniers chiffres qui doivent nous servir de base pour l'évaluation des difficultés d'intelligibilité rencontrées pour nos différents sujets.

Nous pouvons citer parmi nos courbes: Mme CO..., Mme VI..., Mme ST..., Mlle LE P..., ces malades sont gênés dans la conversation du fait du temps de réaction augmenté.



Mme ST... 80 ans

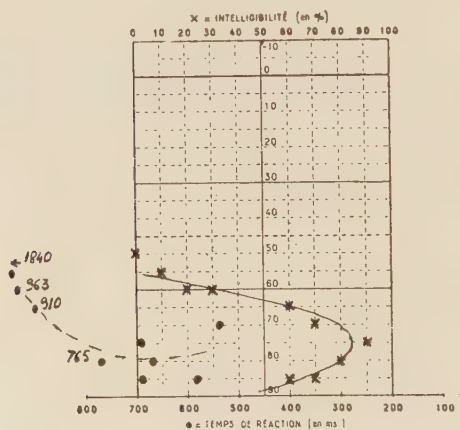
OD et OG surdité mixte.



Mme VI... 87 ans

OD - surdité de perception avec un léger facteur de transmission.

OG - courbe pratiquement identique.



Mlle LE P... 33 ans

OG - Surdité de perception pure (surdité congénitale améliorée à la puberté) avec trouble de la voix.

OD - même courbe avec une perte moins importante.

CONCLUSIONS

a) Nous avons montré que les temps de réaction sont très variables dans la « population » des sourds. Non affectés par les atteintes de la transmission, ils le sont, par contre, d'une manière très dispersée, dans toutes, ou presque toutes les surdités de la perception.

b) Il existe donc un temps de réaction pathologique. Le temps de réaction est un des facteurs dont il faudrait en théorie, tenir compte lorsqu'on fait le bilan d'une surdité. Il est remarquable en particulier que des augmentations du temps de réaction apparaissent même chez certains sujets dont les courbes sont subnormales — ce qui tendrait à démontrer que le temps de réaction est un facteur indépendant.

c) Nous avons à titre provisoire fixé à environ 360 ms pour les mots « moyens » de 1,6 syllabe pour la langue française, ou 317 ms pour les mots dissyllabiques la limite du temps de réaction normal.

L'augmentation des temps de réaction au-delà de ces chiffres chez un certain nombre de sujets atteints de surdité de la perception et notamment chez les senescents suffit à expliquer la nature très particulière des troubles de la compréhension dont ils font état : « J'entends, mais je ne comprends pas » — « J'entends si l'on parle lentement et distinctement » — « Les voix m'apparaissent confuses ».

Cet effet est dans doute décuplé quand plusieurs personnes parlent ensemble : (« cocktail party effect ») car alors les voix dont l'intelligibilité n'est pas recherchée, masquent dans une certaine mesure la voix que l'on désire percevoir, ce qui équivaut à une diminution de l'intelligibilité ; ce facteur s'ajoute à l'augmentation des temps de réaction. Sur ce point, nous citerons la conclusion du travail de BOCCA, PESTALOZZA et CAZZARONI à propos de la perception des messages parlés simultanés : « la difficulté de filtrer un message en présence d'un autre est plus grande chez les vieillards que chez les sujets normaux et ce défaut ne peut pas être attribué à des troubles périphériques de l'ouïe ».

d) Ainsi le facteur « temps » joue-t-il un rôle important, sinon essentiel, dans la transmission du message oral. Celui-ci ne se compose pas uniquement des fréquences et des intensités, qui en forment l'aspect statique sous lequel il est communément envisagé ; l'audiométrie tonale classique reflète cette limitation des paramètres, ce qui explique qu'elle ne soit pas toujours en parfaite corrélation avec les troubles dont font état certains malades, et notamment les malades âgés.

e) A côté de cet aspect statique qui seul a retenu jusqu'à ce jour l'attention des spécialistes, il existe un aspect dynamique, peu exploré jusqu'à présent mais dont l'étude, que nous n'avons fait qu'ébaucher, nous paraît particulièrement riche de possibilités.

Vu le Recteur de l'Académie de Paris : J. SARRAILH.

Vu le Doyen : L. BINET.

Vu le Président : A. AUBIN.

Bibliographie

X AUBRY-CAUSSE. — L'Audiogramme d'une centenaire. — Annales O.R.L. 1937.

J.-E. FOURNIER — Analyse et identification du message sonore. — Journal Français d'O.R.L., mars 1954. — Volume III, page 304.
— L'audiométrie vocale. — Maloine 1951.

AUBRY. — La senescence auriculaire. — in: Binet-Bourlière. — Précis de gériologie, Masson 1955.

Elie-Georges COHEN. — Thèse 53-937 : page 52. — L'audiométrie chez les sujets âgés.

R. CHOCHOLLE. — Les temps de réaction, leur utilisation possible en audiologie. — Annales d'O.R.L. : tome 71 - 1954 n° 5-6.

BOCCA - CALEARO - CASSINARI. — Revue de L.O.R.. — La surdité corticale : octobre, septembre 1957.

R. SWOODWORTH. — Psychologie expérimentale. — Presses Universitaire de France.

P. ABOULKER. — Physiologie de l'audition. — Encyclopédie Médico-Chirurgicale O.R.L. 1957.

J.-J. DEBAIN. — Audiométrie. — Encyclopédie Médico-Chirurgicale 1952.

LICKLIDER J.C.R. et MILLER G. A. « The Perception of speech ». — Handbook of experimental Psychology John Wiley and Sons, Inc New-York 1951.

ABRAMS M.H., GOFFARD S.J. — Speech in Noise: A study of factors determining its Intelligibility OSDR report 4023. — Psychoacoustic Laboratory Havard Univ. 1944.

BOCCA - PELLEGRINI. — Archivio Italiano di Otolgia R.L. Studio statistico sulla composizione fonetica della lingua italiana e sua applicazione pratica all'audiometria con la parola. Vol. L 1 suppl. Stt. 1950.

N.-R. FRENCH. — C.-W. Carter Jr. W. Koeng Jr. The words and sounds of telephone conversation. Bell System Technical Journal Vol IX April 1930.

P. FALCONNET. — La mesure directe de la surdité vis-à-vis du langage parlé. — Annales d'O.R.L. T. 67 n° 4, av. 1950.

H. FLETCHER. — J.-C. STEINBERG. — Articulation Testing Methods : the Bell system Technical Journal. Vol. VIII, octobre 1929.

P. CHAVASSE. — Essai sur la phonétique statistique de la langue française et son application à l'étude de l'intelligibilité d'une conversation.—Annales de Télécommunications t. 3 n° 1, janv. 1948.

L. KANTZER. — L'enfant sourd. — Maloine, Paris, 1950.

J.-D. HOOD. — Studies in Auditory Fatigue and Adaptation Acto oto-laryngologica, Suppl. XCII, 1950.

R. CHAUSSE - P. CHAVASSE. — Etudes sur la fatigue auditive. — Année psychologique 43-44, 1947, pp. 265-268.

SALTZMAN M. et ERSNER M.-S. — Relative auditory aphasia. Eye Ear Nose and Throat. Monthly 28-523 - 1949.

BORDLEY J.-E. et HASKINS H.-L. — The role of cerebrum in hearing. — Annals of ORL 64.370, 1955.

GATTI A. — La presbycusie (Annali di Laring. 55 1956 n° 5, 415).

BERNARDI S. — Observations clinico-audiologiques sur l'hypoacousie senile. *Annali di Laring.* 55 1956 n° 4 300.

BOCCA E., CALAERO C. — Aspects de la pathologie auditive centrale chez les sujets âgés (*Annali di laring.* 55 1956 n° 6 365).

FINZI A. — Le comportement du seuil d'intelligibilité chez le sujet jeune atteint de surdité de perception et chez les presbyacousiques par des tests vocaux très sensibles (*Archivio Itali de Otol* 67 1956 n° 5 697).

FESSARD A. - KUCHARSKI P. — Recherches sur les temps de réaction aux sons de hauteur et d'intensité différente. *Ann. Sychol* 35 1934 p. 104 - 117.

G. PERDONCINI. — Rôle de la durée de l'excitant sonore en mesure audiométrique Société Internationale d'Audiologie, mars 1953.

G. FAIRBANKS - N. GUTTMAN - M.-S. MIRON. — Effects of time compression upon the comprehension of connected speech. (*The Journal of speech and hearing disorders* Vol 22 n° 1 mars 1957).

A. MOLES. — Comment peut-on mesurer le message parlé. *Folia Phoniatica* 4 n° 3 1952.

PESTALOZZA G. - LAZZARONI A. — Le capacità discriminative dell'apparato uditivo nell'ascolto di messaggi parlati contemporanei. *Riv. Audiol. Prat.* 7 - 163 1957.

FINZI A. — Rilievi audiometrici tonali e vocali nella presbiacusia *Arch. It. ORL* 68 - 211. 1957.

CALEARO.C. LAZZARONI A. — Speech intelligibility in relation to the speed of the message (*laryngoscope* 1957, 67/5 p. 410).

CALVI L.-A. - FINZI A — Ritmo, lunghezza e significato dei messaggi verbali nella presbiacusia (en cours d'impression).

FAIRBANKS G. - EVERITT W.-L. - JAEGER R.-P. — Méthode for Time or frequency compression - expansion of speech *Trans IRE-PGA* 1954 AV 2, 7 - 11.

PORTMANN Michel et Claudine. — Précis d'audiométrie clinique. — Masson 1954.

GOLDSTEIN H. — Reading and listening comprehension at various controlled rates *teach. coll. contr. Educ.* 1940 n° 821.

HARWOOD K.-A. — Listenability and rate of presentation, *Speech Monogr.* 22. 1955, 57-59.

GONNET. — Réactions psychomotrices et fatigue Thèse Paris 1929.

LAFON J.-C. — A propos d'une statistique phonétique du français parlé. *Acta ORL Ibero americana* 1957 8/2 p. 195.

POETMAN L. - ROSENZWEIG M.-R. — Perceptual Recognition of words *Journal of speech and hearing disorders* 22/2 June p. 245.

KEMPE M. - COPPEE G. - ROBINSON E.-H. — Electric responses of the brain stem to unilateral auditory stimulation. *Amer. J. physiol.* 120 1937 p. 304 - 315.

PIERON H. — Recherches sur les lois de variation des temps de latence sensorielle en fonction des intensités excitatives. *Ann. Psychol.* 20 1914 p. 18-96.

— Nouvelles recherches sur l'analyse des temps de latence sensorielle et sur la loi qui relie ces temps à l'intensité de l'excitation. *Ann. psychol.* 22 1922 p. 58 - 142.

- LOURY K. - COLEMAN PL. — Changement des réponses corticales à des clics sonores dus à des interférences périphériques (the annals of ORL LXIV 1955 n° 4. - 1057).
- SILVERMAN S.-R. — Problèmes relatifs à l'emploi de la parole dans l'audiométrie clinique (the annals of ORL 64 1955 n° 4 1234).
- FOWLER. — The aging ear. — Arch oto aryngo. Chicago 1944 -- 40. 475 -- 480.
- SAXEN A. — L'oreille interne dans la presbycousie. Acta oto-laringol. 1952-41-3-213-227.
- MOUNIER - KUHN p. LAFON J.-C. — Le test phonétique et l'examen des tr. auditifs vocaux. J.-F. d'ORL VI n° 1 janv. 57.
- KERRIDGE, PHYLLIS m. — Recent advances in Knowledge concerning hearing and speech physiol. Rev 1938-18 ; 59.
- STEVENSON S. et AVIS H. — Hearing. — Its Psychology and physiology. Wiley New-York 1938.
- FLECHTER H. — Speech and Hearing - Mac Millan - London 1929.
- GARRIC F. — Discordance entre l'audition des sons purs et l'audition de la voix. — Th Paris 55 - 1137.
- RODDIER H. — Manuel d'Audiométrie pratique. — Foulon 51.
- HANLEY C.N. — Factorial Analysis of Speech Perception. The journal of speech and hearing disorders 1956 21/1 March.
- PETERS R.-W.—Effect of accoustic environment upon speaker intelligibility. The journal of speech and hearing disorders 1956 21/1 March
- MASPETIOL - ROBERT - SEMETTE. — La valeur d'intelligibilité des différentes fréquences. Annales d'ORL 56-73 7/8.

